

ЖИВАЯ МАТЕРИЯ
В ОБРАЗЕ
ФОРМАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ



Кондратенко В. А.

Живая материя в образе формальных моделей

*(От физиологической наследственности
до интеллекта с его активами)*

Сборник статей автора.

«Жертвам украинской войны 2014 года, а также всем жертвам необузданной мировой олигархической агрессии, посвящается.
С надеждой, что время, когда людьми станет править разум, а не низменные животные инстинкты скоро настанет. Единственный путь в направлении от варварства к истинной цивилизации – это научные знания об общественных системах, и, прежде всего, знания о поведенческой генетике».

Киев 2014

УДК 51-77
ББК 65в6
К 64

Кондратенко Виктория Александровна - кандидат физико-математических наук.

Несмотря на тот факт, что **физиология** — это научный стержень, на котором держатся все медицинские науки, познанием сущности и диалектики феномена жизнедеятельности человека заняты в международном научном сообществе десятки наук, в том числе, важнейшие из них:

- биохимия,
- молекулярная биология,
- нормальная физиология,
- нейробиология,
- биологические нейронные сети,
- нейрофизиология,
- нейропсихология,
- психология,
- когнитивистика.

В книге приведены результаты исследований автора по возможности замены множества (в каждой науке свой полужормальный язык, как правило, без профессионального использования математических структур классической математики) смесей естественного языка с одной, или несколькими усечёнными математическими структурами классической математики, на единственную математическую структуру той же самой классической математики. Автором используется единственная математическая структура классической математики, которая позволяет отказаться не только от упомянутых ущербных смесей языков, но и от естественного языка при визуальном отражении результатов познания живой материи. Что позволяет изложить любую теорию о живой материи максимум на 5 – 7 страницах машинописного текста, вместо традиционных нескольких тысячах страниц. Так что эффект при визуальном отражении сущности теорий – феноменальный. Упомянутая математическая структура называется “Логикой предикатов первого порядка с автоматическим доказательством теорем”. При этом роль компьютера выполняет человек, затрачивая на решение самой сложной проблемной задачи в живой материи не более получаса. Что и демонстрируется в книге на восьми соответствующих примерах.

Аннотация

к книге В.А. Кондратенко “**Живая материя в образе формальных моделей**”

Несмотря на тот факт, что **физиология** — это научный стержень, на котором держатся все медицинские науки, познанием сущности и диалектики феномена жизнедеятельности человека заняты в международном научном сообществе десятки наук, в том числе, важнейшие из них:

- биохимия,
- молекулярная биология,
- нормальная физиология,
- нейробиология,
- биологические нейронные сети,
- нейрофизиология,
- нейропсихология,
- психология,
- когнитивистика.

В книге приведены результаты исследований автора по возможности замены множества (в каждой науке свой полуформальный язык, как правило, без профессионального использования математических структур классической математики) смесей естественного языка с одной, или несколькими усечёнными математическими структурами классической математики, на единственную математическую структуру той же самой классической математики. Автором используется единственная математическая структура классической математики, которая позволяет отказаться не только от упомянутых ущербных смесей языков, но и от естественного языка при визуальном отражении результатов познания живой материи. Что позволяет изложить любую теорию о живой материи максимум на 5 – 7 страницах машинописного текста, вместо традиционных нескольких тысячах страниц. Так что эффект при визуальном отражении сущности теорий – феноменальный. Упомянутая математическая структура называется “Логикой предикатов первого порядка с автоматическим доказательством теорем”. При этом роль компьютера выполняет человек, затрачивая на решение самой сложной проблемной задачи в живой материи не более получаса. Что и демонстрируется в книге на восьми соответствующих примерах.

Содержание

Введение	3 стр
Путь математической формализации медицинских знаний	14 стр
Тема наследования интеллекта родителей стала темой научных исследований, утратив свой фантастический имидж после открытий Сеченова И. М. и Павлова И.П.	17 стр
Формальная теория жизнедеятельности психики человека	34 стр
Создание формальной логико-диалектической модели обеспечения организма человека необходимым динамическим балансом минералов	52 стр
Создание формальной логико-диалектической модели иммунной системы человека	64 стр
Создание формальной логико-диалектической модели нервной системы человека	88 стр
О проблеме создания логико-диалектических моделей высших психических функций человека, овеществляемых в субстратах его центральной нервной системы, вегетативных и периферийных компонентов всей нервной системы	112 стр
Устранение функциональной неполноты грамматики формального языка биохимии обеспечит полноценное и эффективное познание естественных биополимеров	126 стр
Логико-диалектическая модель познания химических реакций в биологии и её значение в отражении сущности всего живого	139 стр
Логико-диалектическое моделирование металлических, водородных и нековалентных химических связей в молекулярной биологии.	157 стр
Формальный математический метод решения проблемных функциональных задач в геронтологии	168 стр

**Математическая модель физиологического процесса обмена
биологических веществ на уровне клеток в организме человека 184 стр**

Введение

При отражении на визуальных носителях любого конкретного функционально завершенного смысла, полученного в процессе познания природных и рукотворных явлений в мироздании, только чисто формульные тексты являются идеальным форматом с точки зрения количества символов, необходимых для этих целей. Даже аксиоматический формат отражения указанных смыслов требует на один-два порядка больше необходимых символов, не говоря уже о вербальном формате, который может превысить в некоторых случаях и четыре порядка формульных символов. Как, например, теория электромагнитного поля Фарадея, отраженная на 1000 страниц машинописного текста, представлена Максвеллом всего лишь шестью формулами, выраженными одной сотней математических символов.

Особую важность приобретает этот факт при отражении на визуальных носителях биологических и медицинских знаний. Количество основополагающих смыслов в этих науках таково, что для их описания в вербальном формате требуется количество символов, на два-три порядка превышающее возможности долговременной памяти мозга гениального человека.

И коротко, о каких знаниях про живую материю и её венце – человеке - идет речь в книге. Прежде всего, о постулатах, являющихся ключевыми в молекулярной биологии и нормальной физиологии, которые определяют базисную основу существования биологической формы материи:

- ✓ постулате триединства биоорганического вещества, химической энергии и молекулярной информации живой материи, декларирующем не только природу наследственности, но и в целом, природу всей рассудочной деятельности индивидов, вместе с их рефлекторной деятельностью в процессе познания среды существования (идентифицируем постулат именем **Аксиома 1**);
- ✓ постулате взаимообусловленности и взаимозависимости между главными составляющими живой материи: информацией, структурой, энергией и функцией в различных биологических процессах (идентифицируем постулат именем **Аксиома 2**);
- ✓ постулате, утверждающем, что для живых форм материи отражение – это условие обеспечения единства организма и внешней среды, без чего бытие живой формы невозможно (идентифицируем постулат именем **Аксиома 3**);

- ✓ постулате, утверждающем, что информация, точно так же, как и химическая энергия, обнаруживает полное сродство с живым веществом на его элементарном уровне. Действительно, все биохимические элементы биологических молекул представляют собой ту элементарную форму органического вещества, с помощью которой формируются и передаются биологические коды молекулярной информации (идентифицируем постулат именем **Аксиома 4**);
- ✓ постулате, утверждающем, что **информация**, в философском смысле, не есть ни вещество и ни энергия – она является лишь свойством материи.

Однако, в молекулярной биологии она (информация) приобретает своё физическое воплощение и смысл уже на уровне молекулярных единиц биологической информации (букв или символов), которые в живой клетке используются для кодирования и программирования биологических молекул. Отсюда следует, что **информация в молекулярной биологии не отвеченное понятие**, а объективное свойство и, более того, – **само содержание и сущность живой материи**. Биологические молекулы и структуры, как носители упомянутых только что видов информации, всё время находятся в информационном взаимодействии друг с другом и центром управления психикой индивида. Поэтому все они вполне могут быть признаны информационными “образованиями” (идентифицируем постулат именем **Аксиома 5**);

- ✓ **о функционально полном комплексе аксиом:**
 - академика П.К. Анохина в его «Теории функциональных систем организма человека (1968 г., 1978 г.) (ТФС)»;
 - и академика К.В. Судакова в его «Теории голографического принципа системной организации процессов жизнедеятельности (1997 г) (ТГПСОПЖ)».

Аксиомы ТФС и ТГПСОПЖ

Аксиома 6. Теория академиков И.В. Сеченова и И.П. Павлова о рефлекторной сущности высшей нервной деятельности человека не может объяснить механизмы целенаправленной деятельности животного и человека и поиск в естественных условиях обитания специальных раздражителей, принятие решений и коррекцию поведения в соответствии с результатами деятельности. В рефлекторной теории невозможно найти объяснения таким проявлениям психической жизни, как мотивация и эмоции, т.к. эти понятия совершенно не укладываются в схему рефлекторной дуги (как условного, так и безусловного рефлекса). Теория функциональных систем живой материи академика П.К. Анохина развивает и существенно расширяет функциональную полноту теории И.В. Сеченова и И.П. Павлова.

Аксиома 7. В живой материи в качестве единиц процессов её жизнедеятельности рассматриваются открытые академиком П.К. Анохиным функциональные системы. Функциональные системы представляют собой динамические самоорганизующиеся и самофункционирующие построения, деятельность составляющих элементов которых направлена на достижение результатов, полезных для этих систем и живых организмов в целом. Полезными приспособительными результатами являются, например, результаты метаболических реакций в организме, различные показатели внутренней среды, результаты

поведения, удовлетворяющие психологические и социальные потребности человека и потребности других функциональных систем. Таким образом, все они слаженно и гармонически взаимосвязаны на основе принципов иерархического доминирования, мультипараметрического и последовательного взаимодействия.

Состав функциональной системы не может быть определен каким-либо анатомическим принципом. Наоборот, самые разнообразные «анатомические системы» могут принимать участие и объединяться на базе одновременного возбуждения при выполнении той или иной функции организма. Понятие результата является одним из основных понятий теории функциональных систем. Ведущим системообразующим фактором, организующим функциональную систему любого уровня организма, служит полезный для организма и системы в целом приспособительный результат.

Каждая функциональная система непременно обеспечивается рецепторами, предназначенными для контроля конечного приспособительного результата.

Наличие рецепторов в каждой функциональной системе открывает возможность реализации механизма саморегулирования этой функциональной системы с помощью жесткой и гибкой отрицательной обратной связи, называемой обратной афферентацией.

Аксиома 8. В организме человека взаимодействуют функциональные системы различного уровня: метаболические, гомеостатические, поведенческие в совокупности с психической деятельностью, социальные, популяционные, космические и др.

Взаимодействие различных функциональных систем происходит по принципу иерархии, при котором для функционирования функциональных систем высшего уровня необходимо функционирование систем низших уровней. Общим принципом взаимодействия функциональных систем является принцип доминирования, открытый А.А. Ухтомским, т.е. существует некоторая функциональная система, являющаяся доминантной в данный момент времени, другие активированные функциональные системы организма направлены на обеспечение нормального функционирования доминантной системы и ее подкрепления безусловными рефлексам. Подкрепление – безусловный раздражитель, вызывающий биологически значимую реакцию, при сочетании которой с предваряющим ее действием индифферентного стимула вырабатывается классический условный рефлекс.

Аксиома 9. С точки зрения теории функциональных систем любая поведенческая целенаправленная деятельность, в том числе и психическая, строится на принципиально одинаковой архитектонике, т.е. обязательно включает в себя следующие системные компоненты:

- результат как ведущий системообразующий фактор деятельности;
- алгоритм оценки результата деятельности с помощью обратной афферентации;
- потребность как системоорганизующий фактор, формирующий доминирующую мотивацию;
- построение в ц.н.с. (центральной нервной системе) акцептора результата действия;
- эффекторное (отражающее формат элементарных действий) выражение деятельности (для психической деятельности в процессах мышления, соматовегетативных и речевых реакциях).

В соответствии с представлениями П.К. Анохина, любая целенаправленная деятельность в своем развертывании представляет собой последовательно сменяющиеся стадии системной организации: ***афферентный синтез, принятие решения, построение на основе афферентного синтеза в центральной нервной системе акцептора результата действия, действия и постоянная оценки достигнутого результата с помощью обратной афферентации.*** Далее в скобках пояснена функциональность, приведенных в выделенном предложении наименований действий.

(***Афферентный синтез*** (правила и алгоритм их реализации) – генетически детерминированный синтез материала:

- ✓ зафиксированного в памяти,
- ✓ мотивации
- ✓ и пускового стимула

с целью принятия решения.

Память трактуется при этом как совокупность взаимосвязанных функциональных систем различного уровня иерархии, сформированных в процессе эволюции и в индивидуальном жизненном опыте, а мотивация — как конкретизация одной из потребностей организма. При А. с. благодаря мотивации актуализируются все системы, деятельность которых, когда-либо приводила к удовлетворению данной потребности. Информация о среде помогает достигнуть требуемых в данной обстановке результатов. Окончательное решение осуществляется в тот момент, когда какое-либо событие — пусковой стимул — дает перевес одной из систем, уже выбранных под воздействием мотивации и обстановки. В связи с тем, что иерархическая организация систем в памяти отражает эволюционную и индивидуальную историю приспособленных отношений организма со средой, существует и соответствующая иерархия А. с.

Подобно любому системному процессу, А. с. имеет место не в какой-либо отдельной структуре мозга, а представляет собой процесс взаимодействия нейронов самой различной морфологической принадлежности в объеме всего мозга и организма.

Принятие решения – выбор цели и волевой акт формирования последовательности действий,

ведущих к достижению цели на основе преобразования исходной информации в ситуации неопределенности.

Акцептор результата действия. В информационно-логическом аспекте А. р. д. — афферентная модель (образ) основных параметров результатов действия, формирующаяся еще до совершения действия на основе предшествующего опыта в результате *афферентного синтеза*.

Информация о реальных результатах совершенного действия, поступающая в ц. н. с. в составе обратной афферентации,

сопоставляется с прогнозируемыми параметрами этих результатов, представленными в А. р. д., что обеспечивает постоянную оценку полученного результата и тем самым определяет целесообразность поведенческого акта.

Обратная афферентация - жесткая отрицательная обратная связь между результатами совершенного действия и параметрами прогнозируемых управляющих сигналов, вырабатываемых акцептором результата действия).

Отличительной особенностью системной архитектоники психической деятельности является то, что она целиком строится на информационной основе. Информационный уровень затрагивает процессы **отражения мозгом** внутренних состояний организма и разнообразных воздействий на него раздражителей из внешней среды. Информация при этом понимается как “отношение субъекта к своим потребностям и их удовлетворении” [5, с. 21]. При отклонении результата деятельности любой функциональной системы от образа результата действия (акцептора действия) формируется субъективный информационный сигнал – отрицательная эмоция, при совпадении результата действия с акцептором формируется положительная эмоция.

Аксиома 10. Биологические мотивации голода, жажды, страха, агрессии, половые влечения и т.д. являются врожденными; они созревают на генетически детерминированной основе и не требуют специального обучения для своего проявления. Биологические мотивации появляются сразу при появлении соответствующих метаболических потребностей или под воздействием стимулов внешней среды, раскрывающих данные мотивации.

Аксиома 11. П.К. Анохиным разработана эволюционная теория эмоций, в которой подчеркивается адаптивный характер эмоциональных реакций, их регуляторная функция в обеспечении поведения и адаптации организма к меняющимся условиям окружающей среды. Им (Анохиным) выделяется 2 стадии в жизнедеятельности любого организма:

- стадия появления потребности и формирования мотивации
- и стадия удовлетворения потребности.

Каждая из этих стадий обязательно сопровождается эмоциями: первая – в основном негативными, вторая – в основном позитивными.

Эмоции являются ведущим компонентом информационной оценки мозгом внутренних потребностей и действия внешних факторов. Эмоциональные ощущения закрепились как своеобразный инструментарий, удерживающий жизненный процесс в его оптимальных границах и предупреждающий разрушительный характер недостатка или избытка каких-либо факторов жизни данного организма.

Эмоциональный уровень психической деятельности генетически детерминирован и не требует специального обучения.

В то же время эмоциональные реакции являются одной из важнейших составляющих процесса научения.

Аксиома 12. Об акцепторе действия и обратной связи (в понимании П.К. Анохина) в функциональной системе мыслительной деятельности можно говорить в случае предметного (опирающегося на исторический опыт) мышления, но не творческого, т.к. в процессе творческой мыслительной деятельности “искемое”, т.е. непосредственный результат, не известен или известно очень ограниченное количество его параметров.

В случае творческого мышления возникает необходимость в научении творца алгоритма акцептора результата действия. Возможно использование следующих видов научения:

- Импринтинга. («Запечатления» — это мгновенное научение. Классический пример импринтинга — формирование привязанности гусят к первому, увиденному после вылупливания, движущемуся объекту. Если первым

движущимся объектом окажется, например, мячик, то гусята – последуют за ним).

- Классического обусловливания. (Это формирование классических (павловских) условных рефлексов).
- Метода проб и ошибок.
- Викарного научения. (Это подражание успешной модели с пониманием последствий).
- Когнитивного научения. (При котором, живое существо научается вначале проводить действия над умственной моделью действительности, а затем переносит полученные результаты на реальную действительность).

Аксиома 13. Последующее развитие общей теории функциональных систем П.К-Анохина (опубликованной в 1968, 1978 г.г.) началось в 1979 году с концепции системного квантования поведения живой материи, предложенной академиком К.В. Судаковым. В основу концепции системного квантования поведения были положены известные главные принципы системной организации поведенческих актов, выдвинутые П.К. Анохиным:

1. Представления о ведущей системообразующей роли полезных приспособительных результатов в организации функциональных систем, определяющих поведенческие акты животных и человека.
2. Представления о постоянной оценке достигнутых результатов с помощью обратной афферентации.
3. Утверждение П.К. Анохина, что **любой поведенческий акт побуждается и организуется прежде всего той или иной потребностью организма и соответствующей мотивацией.** Потребность и формирующаяся на ее основе доминирующая мотивация выступают в роли ведущего системоорганизующего и системомобилизующего фактора поведения, избирательно объединяя различные мозговые структуры и периферические органы на достижение потребного субъекту результата. Только после достижения того или иного адаптивного результата доминирующая мотивация оказывается способной активировать системные механизмы поведения и сформировать функциональную систему, определяющую тот или иной целенаправленный поведенческий акт.
4. Утверждение П.К. Анохина о том, что потребность и мотивация, сами по себе не способны сформировать полноценный поведенческий акт. Дополнительно необходим ещё и процесс подкрепления, реализация которого без соответствующих рецепторов не возможна. Процессы подкрепления проявляют свою системообразующую роль уже в пренатальном онтогенезе, когда для восприятия адаптивных результатов в соответствующих тканях плода на генетически детерминированной основе опережающе созревают специальные рецепторы. На эти рецепторы начинают действовать информационные молекулы подкрепления, циркулирующие в крови матери. Под влиянием этих молекул уже в утробе материнского организма у плода складываются функциональные системы гомеостатического уровня. Другая группа рецепторов опережающе созревает по отношению к полезным приспособительным результатам поведения, которые на ранних этапах постнатального развития играют решающую роль для постнатального выживания новорожденных. В этом случае после рождения формирование функциональных систем происходит на основе механизма запечатления - импринтинга (Lorenz K., 1953; Tinbergen N., 1969). Полезные приспособительные результаты выступают в роли системообразующих факторов становления

функциональных систем разного уровня организации как при их созревании в онтогенезе, так и в процессах индивидуального обучения.

Аксиома 14. Системокванты по К.В. Судакову представляют собой, **дискретные единицы интегративной системной деятельности**, включающие в себя отрезки жизнедеятельности от любой потребности к ее удовлетворению. Системокванты проявляются в деятельности **биологических и социальных человеческих популяций**, а также в деятельности больших систем космического уровня. Жизнедеятельность, например, одного человека может быть представлена как континуум взаимодействующих дискретных системоквантов, декларируемых международным научным сообществом для целей познания определенной человеческой популяции на разных уровнях её (популяции) организации (от биологического до уровня популяции).

В отличие от "квантов", установленных в физических явлениях, системокванты живой природы представляют из себя организованные сущности, характеризующиеся как материальными и энергетическими, так и информационными идеальными свойствами. Например, системоквантам уровня психической деятельности присущи следующие свойства:

- ✓ Каждый системоквант психической деятельности включает информационные свойства исходной потребности и формирующейся на ее основе доминирующей мотивации. Мотивация, в свою очередь, строит мысль или поведение, направленное на удовлетворение исходной потребности. В акцепторе результатов действия на основе информационных процессов осуществляется опережающее квантование психической деятельности. Каждый ее этап оценивается с помощью обратной афферентации. Системокванты психической деятельности завершаются после того, как удовлетворяется исходная потребность и организм получает полноценную информацию о достигнутом результате.
- ✓ Системное квантование психической деятельности, так же как и системоквантов других уровней организации, происходит по принципу саморегуляции - за счет постоянной оценки субъектом с помощью обратной афферентации запрограммированных в акцепторе результатов действия промежуточных (этапных) и конечного результатов, удовлетворяющих его ведущие психические потребности. Каждый этап психической деятельности, так же как и действие на организм различных факторов внешней среды, всегда оценивается в плане удовлетворения ведущей потребности организма. Если достигнутые результаты, их параметры, действующие на рецепторы организма, и возникающая при этом обратная афферентация соответствуют свойствам акцептора результата действия и удовлетворяют исходную потребность, реализующийся системоквант психической деятельности завершается.
- ✓ Новая потребность формирует очередной системоквант психической деятельности и т.д. В случаях, когда параметры достигнутых результатов не соответствуют свойствам доминирующего акцептора результата действия, возникает ориентировочно-исследовательская деятельность, сопровождающаяся разной степенью выраженности отрицательной эмоции. На этой основе происходит перестройка афферентного синтеза, принимается новое решение, осуществляется коррекция акцептора результата действия и деятельность человека направлена на достижение скорректированного результата.
- ✓ Логическая деятельность мозга также всегда разворачивается путем формирования соответствующих системоквантов. Сначала формируется задача - акцептор результата действия, после чего за счет полученных ранее знаний и навыков или с учетом допущенных ошибок при постоянной оценке промежуточных результатов

достигается главная цель - решение поставленной задачи.

- ✓ Центральная архитектура функциональных систем, осуществляющая системокванты психической деятельности, представляет таким образом динамику информационных процессов, разыгрывающихся на структурной основе мозга и включает информационные процессы трансформации: 1) ведущей потребности в мотивационное возбуждение; 2) мотивации в деятельность и 3) подкрепляющих воздействий в деятельность акцептора результата действия, оказывающего, в свою очередь, обратные информационные влияния на процессы афферентного синтеза. Все эти процессы на каждом этапе системной организации психической деятельности возможны благодаря потокам информации без потери информационного смысла. В этих процессах наряду с импульсной активностью нейронов, существенную роль выполняют биологически активные вещества - информационные молекулы, в частности, гормоны, олигопептиды, иммунные комплексы и др. Одни информационные молекулы передают информацию от метаболической потребности к нейронам мозга, формирующим соответствующую мотивацию. Другие определяют доминирование мотиваций на стадии афферентного синтеза, третьи - процессы трансформации доминирующей мотивации в поведение, четвертые - оценку достигнутых результатов при поступлении обратной афферентации к структурам мозга. Структурные элементы мозга - нейроны, синапсы, глиальные клетки - выступают в качестве материальных носителей информационных процессов, на которых информационные молекулы строят мыслительную деятельность. Системокванты психической деятельности могут формироваться под влиянием внутренней потребности, предварительного обучения, инструкции или самоинструкции.
- ✓ По характеру организации, так же как и в отношении поведения, можно говорить о последовательном, иерархическом и смешанном квантовании психической деятельности.

Аксиома 15. На уровне гомеостатических процессов системокванты строятся генетически детерминированными механизмами. На поведенческом, психической деятельности и популяционном уровне они включают механизмы обучения и приобретенной памяти.

Аксиома 16. Обогащение акцептора результатов действия новой функциональностью происходит с помощью специальной, генетически определенной исследовательской деятельности организма, называемой ориентировочно-исследовательской реакцией. Эта реакция является целостной деятельностью организма и специфической функциональной системой, имеющей свой собственный результат. Рассмотрим, как с её помощью происходит обогащение акцептора результатов действия.

Во-первых, ориентировочно-исследовательская реакция стремится к тому, что бы все окружающие животное раздражители были известны. В новой неизвестной обстановке поведение строится с использованием выраженной ориентировочно-исследовательской деятельности. На основе имеющейся потребности животные активно исследуют все ранее неизвестные раздражители окружающей среды. Заметим, что исследуются не только раздражители внешней среды, но и возможности самого организма.

Во-вторых, все обследованные раздражители и последствия собственных действий «связываются» по типу условного рефлекса с конечным результатом.

Аксиома 17. Любой системоквант живого организма строится, прежде всего, на энергетической основе специальных физико-химических процессов, определяющих метаболическую потребность и ее удовлетворение. Однако наряду с физико-химической основой, каждый системоквант характеризуется информационным наполнением. То есть деятельность каждого "системокванта" пронизана информацией об исходной потребности и ее удовлетворении без потери информационного значения на любом этапе его осуществления. Информационный эквивалент потребности формируется во всех случаях отклонения результата от оптимального для жизнедеятельности уровня. В дальнейшем, несмотря на смену физико-химических процессов сигнализации о потребности, возбуждении специальных центральных структур и формировании деятельности, информация о потребности сохраняется в неизменном виде. Процессы удовлетворения потребностей выступают также наряду с физико-химическими процессами в форме информационного эквивалента. Указанные два процесса - информация о потребности и ее удовлетворении, сравниваются на специальных информационных экранах. **Информация определяет субъективную сущность системоквантов любого уровня организации.** В оценке информации о потребности и ее удовлетворении на разных этапах эволюционного развития живых существ принимают участие информационные молекулы, а также интегративные процессы: раздражимость, эмоциональные ощущения и, наконец, - в психической деятельности человека - словесные языковые понятия и символы.

Аксиома 18. Головной мозг, благодаря информационным сигналам о потребностях и их удовлетворении, постоянно строит **информационные модели действительности.** Примером таких информационных моделей являются осязательная, температурная схемы, схема состояния мышечного аппарата и внутренних органов, а также – динамические карты окружающих субъекты сред, которые на основе первичных процессов афферентного синтеза организуются на уровне лимбических структур и коры мозга.

Аксиома 19. При возникновении исходной потребности активность системокванта возникает не сразу, а только после того, как возбудимость образующих его элементов достигнет определенного критического уровня. При этом высокая функциональная активность системоквантов продолжается, пока не удовлетворяется исходная потребность. Такой поведение потребности называется триггерным механизмом.

Аксиома 20. Деятельность системоквантов различных уровней организации конкретной живой материи направлена в первую очередь на стабилизацию оптимальных значений собственных параметров, обеспечивающих жизнедеятельность этой материи в целом. Каждый системоквант одновременно характеризуется, как параметрами свойств частицы, так и параметрами свойств волны. Как частица системоквант представляет собой дискретную единицу континуума жизнедеятельности. Как волна системоквант характеризуется параметрами его триггерного механизма активности, который строится ритмом жизнедеятельности самого системокванта.

Аксиома 21. Человеческий организм является не только прекрасной средой для распространения электромагнитных волн, но их источником. Исследования электромагнитных волн человека позволили установить, что человек имеет свое электромагнитное поле как любой организм на земле, благодаря которому все клетки

организма гармонично работают. Электромагнитные излучения человека еще называют биополем (видимая его часть – аура). Кроме того, это поле является основной защитной оболочкой нашего организма от любого негативного влияния. Разрушая ее, органы и системы нашего организма становятся легкой добычей для любых болезнетворных факторов.

Биополе человека – это сложная электромагнитная система, которая взаимодействует с окружающим миром в различных диапазонах частот. Их можно условно разделить на:

- базовые частоты,
- поддерживающие частоты,
- частоты энергоинформационного обмена клеток.

Базовые частоты находятся в диапазоне от 7,8 до 14,1 Гц. Это частоты альфа и бета ритма головного мозга. Они практически совпадают с частотами магнитного поля Земли. Таким образом, человеческие биоритмы подобно камертону резонируют с электромагнитным полем Земли и синхронизируются.

Однако при увеличении базовой частоты выше 8 Гц шишковидная железа человека перестаёт синхронизировать работу левого и правого полушарий мозга. В результате происходит сбой контроля над подкоркой мозга, что вызывает нарушения выработки мужских или женских гормонов.

Поддерживающие частоты лежат в пределах 750-850 Гц. По мнению некоторых авторов, электромагнитные излучения на этих частотах являются опасными для организма человека, так как они совпадают с частотами его энергетических центров. **Почти для каждого органа человеческого организма определен свой диапазон частот.** Например, для сердца он составляет 700-800 Гц с увеличением при стенокардии до 1500 Гц, для почек — 600-700 Гц с увеличением при воспалении до 900 Гц, для печени — 300-400 Гц с увеличением при воспалении до 600 Гц. Установлено, что при онкологических заболеваниях происходит изменение частот в более низкую область. По сведениям Ю. Аникина, при стрессе частота также уменьшается до 650 Гц, вызывая возникновение синдрома хронической усталости. Так как каждый орган человека имеет свою частоту, наличие электромагнитных полей отличающихся от этой частоты в состоянии усилить либо замедлить обменные процессы в организме.

Кроме того, в здоровом организме в неактивном состоянии находится большое количество различных микробов и вирусов. И изменение частот электромагнитного излучения может влиять на их активность. Поэтому при понижении частоты до 450 Гц могут активизироваться вирусы, а при 350 Гц — микробы.

Частоты энергоинформационного обмена клеток составляют 40-70 ГГц, что равняется 40-70 миллиардам колебаний в секунду. Это, пожалуй, самый важный для человека диапазон частот. Энергоинформационный обмен характеризует относительное динамическое постоянство внутренней среды (крови, тканей организма) и устойчивость основных физиологических функций (кровообращения, дыхания, обмена веществ и так далее). На энергоинформационном уровне протекает множество сложных процессов. Взаимодействие происходит в диапазоне крайне высоких частот, генерируемых клетками. Общаясь друг с другом на частотах 40-70 ГГц, клетки образуют общее торсионное поле, которое может фиксировать их в определенном положении в пространстве. Притягиваясь, они создают различные клеточные объединения: внутренние органы, кости, мышцы и так далее. Общее торсионное поле человека также называют «эфирным». **По словам академика В. П. Казначеева, полевая форма живого организма является первичной, организующей, а молекулярная белково-нуклеиновая сущность — является следствием этой организации.** Поэтому нарушения на уровне энергоинформационного обмена клеток могут приводить к нарушениям на физическом уровне.

Аксиома 22. Первичность полевой формы живого организма обязывает человека разумного познать в первую очередь в этой своей форме:

- её архитектуру, основанную на системоквантах;
- способы обмена информацией между системоквантами;
- принципы наделения собственными частотами системоквантов;
- принципы наделения собственными частотами рецепторов, обслуживающих системокванты;
- принципы наделения собственными частотами физических величин, функционально полно характеризующих жизнедеятельность каждого конкретного системокванта;
- принципы кодирования численных значений и наименований физических величин, функционально полно характеризующих жизнедеятельность каждого конкретного системокванта;
- перечень и алгоритмы решения всех необходимых задач в замкнутых системах автоматического регулирования (ЗСАР), построенных на системоквантах всех требующихся уровней, и направленных на обеспечение нормальной жизнедеятельности организма человека;
- перечень, архитектуру, алгоритмы и необходимое количество вычислительных модулей для обеспечения нормальной жизнедеятельности человеческого организма;
- отображение архитектуры каждого из вычислительных модулей на трехмерных картах центральной и периферийной нервной системы (т.е. нейронных сетях ЦНС и ПНС).

Естественно, из перечисленного в **аксиоме 22** множества необходимых знаний об информационной сущности управления жизнедеятельностью человеческого организма международному научному сообществу известно лишь очень немногое и без системных взаимосвязей. Поэтому мои утверждения следует расценивать, как программу к расширению фронта натурного экспериментирования на основе новых приборов, о которых шла речь в моих предшествующих публикациях на эту тему.

Не без основания российская школа биологов во главе с академиком К.В. Судаковым следует по пути (правда, не критическому пути!) познания природной архитектуры информационной сущности управления жизнедеятельностью человека в естественных условиях. Который (путь), несомненно, в конце концов, приведет и к реализации приведенной мною программы, так как она (программа) декларирует минимальный комплекс знаний, без которых объективное познание исследуемого явления принципиально не возможно.

Главной целью школы К.В. Судакова, по моим представлениям, является создание голографической модели информационной сущности управления жизнедеятельностью человека. И главным звеном в этой модели назначается голографический экран, которой, как мне показалось, наделяется, совершенно несовместимыми с экранными, дополнительными функциями:

- логикой обменов информацией между системоквантами,
- алгоритмами обработки информации,
- алгоритмами кодирования информации,
- памятью,
- и всеми остальными, перечисленными в программе функциями.

Отображение на голографический экран – это всего лишь представление готовых результатов решения проблемных задач на экране, без выполнения всех работ, перечисленных в программе. По трудоёмкости эти работы на 20 порядков превышают трудоёмкость реализации голографического экрана.

Что же касается голографической парадигмы в решении проблемных задач информационного толка в биологии, то с моей точки зрения, школа академика К.В. Судакова слишком торопится. Международное научное сообщество ещё, как следует, не разобралось в физических основах голографического эффекта, имеющего место при оптическом отображении голограмм и их хранении. О свойствах голограмм, кроме нескольких общеизвестных, вообще ничего не известно. Сохранность свойств трехмерности и целостности фотообраза на его носителе при членении этого носителя на любое количество частей является до сих пор загадкой. А голографическая модель мозга и вселенная как голограмма – это вовсе не научные факты, а скорее махровая мистика, навеянная пиароманией самозванцев. Ну что сегодня известно о какой-либо конкретной голограмме. Кроме того, что на носителе отдаленно она напоминает концентрические круги, получаемые после броска в воду целой горсти камешков, что – это концентрическая решетка из чередующихся темно-жирных и серо-худых линий – больше ничего. По каким законам эта решётка преобразуется в трёхмерную фотографию при её облучении когерентным лучом – никому не известно. По каким законам взаимодействуют между собой разные голограммы на одном носителе при их одновременном облучении когерентным светом – никому не известно.

Что же касается темы исследования, то главное, в чём следует разобраться в первую очередь, касается сетевой модели перечня, сопровождаемого архитектурой алгоритмов решения целевых проблемных функциональных задач управления процессом жизнедеятельности организма человека (на основе системоквантов!) – именно она (сетевая модель) определяет информационную сущность управления жизнедеятельностью человеческого организма.

Талько В.И., зав. кафедрой анатомии человека КМУ УАНМ, д.м.н., проф.,
акад. АНВШ Украины,

Болгов Ю.А., к.м.н., доц. КМУ УАНМ,

Таринская О.Л., к.м.н., доц НМУ им. А.А.Богомольца,

Кондратенко В.А., к.физ.-мат.н. КМУ УАНМ

Путь математической формализации медицинских знаний

Медицина, как область профессиональной деятельности, является, пожалуй, единственной сферой творчества, которая требует от специалиста всесторонних знаний, высочайшей нравственности и мастерства. Как же все это освоить, чтобы быть в согласии с изречениями древнегреческого реформатора медицины Гиппократ: «Врач – философ: ведь нет большой разницы между мудростью и медициной» или «Медицина поистине есть самое благородное из всех искусств»? Как найти время для многогранного развития личности студента-медика и врача, чтобы разобраться в сути и истине информации, несущейся в наш бурный век ураганным валом со всех сторон? С этой мыслью и целью представляется краткое описание метода формализации медицинских знаний.

Начнем прежде с уточнения, что все наши знания, навыки, эмоции, нравы есть суть нашей психической деятельности мозга. Если посмотреть на задачи психологии с точки зрения исследователя-математика, то станет очевидным, что законы, по которым функционирует здоровая человеческая психика, не отличаются от законов, используемых в математике на протяжении многих тысячелетий. Это, в частности, законы математической логики, впервые описанные Аристотелем в русле теоретической психологии.

Однако, признавая вышеназванный приоритет Аристотеля, ни в учебниках по психологии, ни в специальной научной литературе по психологии никто не пошел дальше, умаляя тем самым эффективность теоретической психологии на порядки. В то же время, единственной математической структурой, способной адекватно и без численной интерпретации формализовать любые вербальные (словесные) рассуждения, нагруженные психологическим смыслом с логическим следствием, является именно математическая логика предикатов (установок) первого порядка. При этом смысл рассуждений оценивается математической логикой с точки зрения истинности самого смысла.

Если теперь добавить требование истинности смысла, проверенной исторической практикой и не вызывающей возражений со стороны ведущих экспертов предметной области, например, медицины, то истинность базовых аксиом (общепринятых теоретических положений) повлечёт истинность следующих из них рассуждений, как в теоретической, так и в практической медицине на момент построения этих рассуждений. Основным преимуществом применения этой математической структуры для нужд теоретической и практической медицины, является её лояльность к новым открытиям и

новым истинным утверждениям, которые не сломают построенную теорию, а лишь дополняют её новой базовой аксиомой. Эта новая аксиома потребует, в комплексе с другими, подтвержденными ранее необходимой исторической практикой аксиомами, проверки на наследуемость полученных ранее знаний в данной предметной области при доказательстве последующих новых рассуждений на истинность.

Таким образом, предлагаемая методология аксиоматического моделирования позволяет использовать законы математической логики в широком аспекте, в том числе при изучении состояния и поведения индивидуумов в обществе и общественных систем в целом. Она необходима при математической формализации любых текстов медицинского содержания и при их отражении на визуальных носителях, без потери передаваемого смысла и ясности изложения этого смысла, уменьшая при этом на 3-6 порядков объём (в количестве символов) описания. Например: историй болезни, публикуемых научных статей, методических рекомендаций, учебных пособий и т. п. Наконец, методология аксиоматического моделирования обеспечивает доказательное изложение любых логических утверждений с соответствующим логическим следствием.

При упомянутой эффективности применения математического моделирования в медицинской теории и практике нельзя не заметить, что предлагаемый метод в руках опытного специалиста позволяет осуществлять научное прогнозирование наблюдаемого явления, процесса, и освободиться от рутинных работ.

Для освоения названного метода пользователь обязан тщательно ознакомиться с алфавитом логики высказываний и его смысловой нагрузкой, в частности, со связками в логике высказываний, с синтаксисом языка логики предикатов, с семиотикой языка исчисления высказываний и т. п.

Работа с высказываниями достаточно наглядно указывает, как работать со смыслами конкретных рассуждений. Главная же задача математического аппарата любой теории – разделить рассуждения на определенные классы задач, чтобы облегчить труд исследователей и рассматривать утверждения как некие законы или истинные правила, которыми легко манипулировать при принятии того или иного решения. А это уже задача логики предикатов первого порядка, то есть задача фундаментальной науки со своей системой правил и законов. В терминологии логики предикатов первого порядка представима любая модель, которую способна создать здоровая человеческая психика.

Важно отметить огромную роль истинности базовых аксиом, на основании которых принимается то или иное решение. Эти аксиомы неизбежно должны быть подтверждены многократной, исчисляемой десятилетиями исторической практикой, и не должны вызывать сомнений у специалистов в предметных областях, где принимается конкретное решение.

Вместе с правилами эквивалентных преобразований, правила семантики языка логики высказываний являются законом сохранения истинности рассуждения не только в простых, но и в составных формулах.

Можно с чистой совестью утверждать, что в классической математике не существует более универсального, более простого, менее трудоемкого и более эффективного метода оценки результатов анализа на функциональную пригодность и логико-диалектическую корректность предлагаемых конкурентно способных концепций и алгоритмов для решения проблемных функциональных задач в каждой конкретной предметной области, включая медицинскую сферу, каким является метод аксиоматического моделирования.

Действительно, что может быть проще, надежнее, убедительней и эффективней научного, теоретического, и самое главное, формального (гарантирующего объективность) доказательства теорем, утверждающих объективное преимущество того, или иного алгоритма, предназначенного для решения поставленной задачи? Тогда как текущий момент в естественных науках при решении только что указанных задач характеризуется применением чрезмерно трудоёмких численных методов.

Классическая математика в своём составе имеет 1 500 математических структур. Каждая математическая структура имеет свой комплекс операндов, операций, возможностей для решения предметных задач. Для её применения необходимо не только глубоко понимать возможности каждой структуры, но и знать какие классы задач решает каждая из них, с какой точностью, иметь представление об устойчивости полученного решения, и т. д.

Можно сказать с уверенностью, что сегодня нет ни одного специалиста математика, владеющего всем этим комплексом одновременно и одинаково хорошо. Так же, как нет врача-специалиста высокого класса одновременно и во всех областях медицины. Такое несоответствие привело к тому, что сегодня медицина пользуется лишь десятком (из 1500 возможных) традиционных математических методов для своих нужд. Чаще эти методы имеют статистическую природу, либо вероятностную, а значит, не являются точными. Тогда, как предлагаемый в статье метод аксиоматического моделирования является точным и может с успехом использовать любую математическую структуру для решения предметной задачи в любой области знаний, в случае совпадения параметров поставленной задачи и параметров применения указанной математической структуры.

Главное преимущество использования метода аксиоматического моделирования в медицине, состоит в доказуемости истинности рассуждений. А это означает, что любое решение можно легко проверить не только на истинность относительно базовых аксиом, но и на наследуемость фундаментальных знаний, полученных в той или иной предметной области. С точки зрения математики, такая проверка является не сложной и занимает не более нескольких часов решения задачи вручную, при условии существования корректно описанных базовых аксиом. Но это уже тема следующей статьи.

Представленные данные, безусловно, не раскрывают всех вопросов предложенного метода математической формализации. Главной целью авторов было ознакомить широкий круг специалистов в различных областях знаний, и, более всего, специалистов в области медицины, с возможностями, которые предоставляет аксиоматическое моделирование для научных исследований.

У врачей может возникнуть вопрос – чем конкретно в их ежедневной практике им будет полезно использование пусть даже самой простой формализации знаний? И разве они сегодня не справляются со своими задачами – с установлением диагноза заболевания, оказанием квалифицированной медицинской помощи, в том числе в условиях неотложной помощи?

Чтобы ответить на поставленный вопрос, зададим встречный – а насколько медицина сегодня является теоретической наукой?

Множественные практические знания, составляющие современную медицину, дополнены сегодня достижениями других фундаментальных наук - биологии, химии, физики и т.д. Но единого языка, четко, кратко, гармонично увязывающего все эти накопленные знания и тем самым позволяющие давать обоснованные прогнозы в лечении

большого, теоретические доказательства наследуемости полученных ранее знаний при формулировке новых гипотез, пока еще нет.

Формализовать накопленные современной медициной знания кратко и доступно всему научному сообществу в равной мере - задача не простая. Ее решение под силу лишь средствам теории искусственного интеллекта, инструментарием которого является аксиоматическое моделирование и его способность оперировать фактами, описанными в формате медицинской терминологии и практики. Других средств формализации, не использующих обязательную численную интерпретацию и обладающих возможностью доказательства утверждений либо гипотез, сегодня нет.

Если медицинские теории пожелают уйти от чрезмерно громоздких вербальных описаний научных фактов и их взаимосвязей к формульным представлениям выявленных закономерностей между этими фактами, в особенности там, где используются базы знаний смежных наук, то другого пути, отличающегося от аксиоматического моделирования, у них нет.

Использованная литература

1. В.А. Кондратенко. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. – Киев: “Алефа”. 2010 г. - 267 с.
2. Общая психология в 7-ми томах. - М.: «Академия», 2007.

Кондратенко В.А.

Тема наследования интеллекта родителей стала темой научных исследований, утратив свой фантастический имидж после открытий Сеченова И. М. и Павлова И.П.

“Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу своего происхождения суть рефлексы”.
Сеченов И.М.

«Когда обезьяна строит свою вышку, чтобы достать плод, то это «условным рефлексом» назвать нельзя. Это есть случай образования взаимосвязанных знаний (интеллекта)»
И.П. Павлов.

Конечная цель статьи заключается в представлении созданной автором формальной теории **наследования человеком от его родителей плоти, поведенческих свойств, интеллекта и духовности**. Теория предназначена,

- ✓ во-первых, для прогнозирования процесса совершенствования материальной, психической и поведенческой сущности человека с учётом среды его обитания в реальном мире;
- ✓ во-вторых, для диагностирования патологий в жизнедеятельности организма человека и создания методологий устранения выявленных патологий.

Актуальность такого исследования очевидна, так как подобных публикаций в отечественных научных журналах пока не встречалось, а степень познания человеческого организма и его психики продвигаются столь высокими темпами, что если не начать сегодня создание упомянутой теории, то можно и фатально опоздать.

Однако представляемую теорию постигнуть без накопленных фундаментальных знаний по затронутой теме не возможно. С конспективного представления этих знаний как раз и целесообразно начать изложение сути проблемы.

Тайны наследования интеллекта могут быть познаны с помощью естественных законов генетики во взаимосвязи с естественными физическими и химическими законами нейрофизиологии, обеспечивающими жизнедеятельность **высших психических функций (ВПФ)** человека. ВПФ в совокупности реализуют психику человека в целом и её важнейшую составляющую часть – интеллект. Состав ВПФ, назначение и смысловая нагрузка интеллектуальных функций (ИФ), методология математического моделирования ИФ анализируются в статье на основе ключевых знаний генетики, **касающихся естественных законов наследования человеком от родителей плоти, поведенческих свойств, интеллекта и духовности**. В конспективной форме концепты генетики человека по исследуемой теме заключаются в следующем.

Теория и практика генетики человека научно обоснованно утверждает, что **генетическая информация** определяет морфологическое строение, рост, развитие, обмен веществ, **психический склад**, предрасположенность к заболеваниям и генетические пороки организма. Реализация генетической информации происходит в процессе синтеза белковых молекул с помощью трех типов РНК: информационной (иРНК) (ее также называют

матричной РНК, мРНК), транспортной (тРНК) и рибосомальной (рРНК). При этом генетическая информация копируется с матрицы ДНК на мРНК в ходе транскрипции, а затем мРНК используется как матрица для синтеза белков в ходе трансляции.

Генетическая информация — это информация о строении белков, закодированная с помощью последовательности нуклеотидов — генетического кода — в генах (особых функциональных участках молекул ДНК или РНК). Основная роль ДНК в клетках — долговременное хранение и передача из поколения в поколение информации о структуре РНК и белков. ДНК — это длинная полимерная молекула, состоящая из четырех типов мономеров, нуклеотидов [1]. В последовательности нуклеотидов ДНК закодирована последовательность аминокислот в белках. Генетический код универсален. Его универсальность заключается в использовании всеми живыми организмами одного генетического кода, то есть все живые существа используют одинаковые наборы кодонов для кодирования одних и тех же аминокислот.

Большая часть наследственной информации сосредоточена в хромосомах — нуклеопротеидных структурах, находящихся в ядре, а также митохондриальной ДНК эукариотической клетки, которые специально предназначены для её хранения, реализации и передачи. Набор всех хромосом клетки, называемый кариотипом, является видоспецифичным признаком, для которого характерен относительно низкий уровень индивидуальной изменчивости.

У человека в диплоидном наборе имеется 46 хромосом, из них — 44 аутосомы (22 пары, обозначаемые номерами с 1-го по 22-й) и одна пара половых хромосом (XX у женщин и XY у мужчин).

Количество генов в кариотипе человека достигает $3 \cdot 10^4$ штук плюс крупные отрезки ДНК, которые, как ранее казалось, ничему не служат, на самом деле содержат более 400 000 регуляторов, которые помогают приводить в действие или заглушать гены. Процесс передачи информации может идти:

- в направлении ДНК → РНК → белок
- в направлении РНК → ДНК при обратной транскрипции.

Передача генетической информации в направлении от белка к нуклеиновым кислотам, по-видимому, невозможна, в частности, из-за свойства вырожденности генетического кода.

Функциональность психического склада

О функциональности **психического склада**, под которым подразумевается архитектура психики и её ролевые возможности, свидетельствует ниже следующий набор научных знаний, добытых естествоиспытателями путём натурального экспериментирования непосредственно с человеком.

1. Психическая деятельность — это качественно новый, более высокий, чем условно-рефлекторное поведение, уровень высшей нервной деятельности, свойственный человеку. Однако у некоторых видов животных признаки высшей нервной деятельности тоже проявляются, но в очень незначительной степени (например, у человекообразных обезьян, врановых птиц).

2. Способность животных улавливать закономерности, связывающие предметы и явления окружающей среды, а также использовать знание этих закономерностей в новых условиях была названа **рассудочной деятельностью**, или *инсайтом*.
3. Рассудочная (экстраполяционная), деятельность проявляется, как **генетически детерминированная врожденная способность животного** использовать приобретенный в течение жизни опыт в новой, незнакомой для него среде (О. С. Адрианов). Характерное свойство элементарной рассудочной деятельности заключается в способности организма улавливать простейшие эмпирические законы, связывающие предметы и явления окружающей среды, и на этой основе приобретать возможность оперировать ими при построении и реализации программ поведения в новых ситуациях. У человека эта способность развита в наибольшей степени и является одной из **физиологических предпосылок, обеспечивающих возможность творческой деятельности**.
4. Эволюция человека обеспечила к текущему времени возможность применения наиболее перспективной формы конкретно-чувственного отражения действительности, получившего **название представления**, которое формируется в процессе индивидуального развития организма. Представление является совершенной формой восприятия, дополненной пропорциональными оценками взаимосвязей между компонентами наблюдаемого явления. О представлении говорят, как об **образном** отражении предмета или явления, проявляющемся в пространственно-временной взаимосвязи составляющих его компонентов и свойств. **В нейрофизиологической основе представлений лежат архитектуры нейронных сетей и сложные временные взаимосвязи**.
5. Интеллектуальным актом, например, естествоиспытателя, следует считать его рассудочную деятельность в процессе формирования следа отражения в собственной памяти той архитектурной композиции **представлений** в координатах пространства и времени, которую (композицию) он получает в процессе аналитического наблюдения за реальным природным явлением.
6. Формирование интеллекта основывается:
 - на целостных осмысленных представлениях-образах;
 - на целостном мироощущении, подкреплённом пониманием своего «я» в этом мире;
 - на понимании своей, как познавательной, так и созидательной творческой позиции;
 - на максимальном абстрагировании выявленных закономерностей в отношениях между переменными, характеризующими состояния наблюдаемых явлений;
 - на обеспечении возможности описания логики и диалектики жизнедеятельности ВПФ формальным языком;
 - на обеспечении возможности математического моделирования жизнедеятельности нейрофизиологических процессов, реализующих ВПФ, с целью прогнозирования эволюции человека, контроля здоровья человека и устранения патологий в организме человека.
7. Интеллект — это совокупность биологического инструментария головного мозга, предназначенного (инструментария) для реализации нейрофизиологических процессов рассудочной деятельности и продуктов этой деятельности, называемых активами. Среди компонентов интеллекта выделяют:
 - особенности структуры головного мозга,
 - уровень стремления к познанию,

- быстроту мышления,
- способность к логическому мышлению,
- память,
- понятийный актив,
- лексический актив,
- интерес, мотивацию и способности к области познания,
- актив знаний в профессиональной области знаний,
- актив знаний общей культуры общественного поведения.

Компоненты интеллекта могут проявляться как по отдельности, так и все вместе.

8. **Интеллект наследуется от родителей генетическим способом**, но только в части биологического инструментария головного мозга, предназначенного для реализации рассудочной деятельности в соответствии с перечисленными в пункте № 7 компонентами. **Активы интеллекта не наследуются** – это известно каждому индивиду из его жизненного опыта. Но это не значит, что потенциально такой группы генов в генофонде человека нет. Многие учёные придерживаются мнения, что такая группа генов в генофонде позвоночных животных непременно присутствует, но по ошибке временно заблокирована. **Иначе, как бы работали биологический инструментарий головного мозга, реализующий сигнальную наследственность, безусловные и условные рефлекторные реакции?**
9. Кроме материальной наследственности (биологических инструментариев головного мозга, вместе с требующимися параметрами), которая обеспечивает жизнедеятельность тела человека и передаётся через гены, существует еще культурная, иначе называемая социальной наследственностью. Профессор Н.К. Кольцов, отец российской генетики, называл ее **сигнальной наследственностью**. Биологический инструментарий головного мозга, обеспечивающий функционирование сигнального интеллекта, тоже наследуется генетическим путём, но без своего актива, по той же причине, которая обсуждалась в пункте № 8. Этот актив формируется в процессе жизненного опыта. Некоторые генетики даже считали в свое время, что сигнальная наследственность определяющим образом влияет на развитие генетической наследственности. **На самом же деле любой признак, особенно поведенческий, — это сплав материального элемента наследственности и культурного (сигнального).**
10. **Активы интеллекта формируются, а материальный инструментарий интеллекта совершенствуется** в ходе индивидуального развития. Если, например, два ребенка — более одаренный и менее одаренный — будут развиваться в одинаковых условиях, то можно заметить отличия между ними. Но если воспитывать и направлять менее талантливого: давать ему упражнения, заставлять усердно заниматься, развивать память, — то он может перегнать в своем развитии более одаренного ровесника. А усердный ребенок из немusыкальной семьи, которому от родителей передались музыкальные способности и развитию которого уделяли достаточно внимания, может стать более выдающимся музыкантом, чем ленивый ребенок из музыкальной семьи. В принципе, любой человек может повысить свои активы интеллекта и совершенство материального инструментария

- интеллекта. Но для этого нужны мотивация и систематическая усердная работа: любая деятельность, особенно интеллектуальная, требует усилий.
11. Материальная и сигнальная наследственность человека не способны довести его интеллект до желаемого совершенства, даже за большое количество поколений. Им противодействуют такие естественные свойства биологической материи, как **гомеостаз, лёгкая спонтанная изменчивость вновь порождаемых организмом архитектур нейронных сетей, сегрегация генов**. Гомеостаз - это способность организма автоматически поддерживать заданные фенотипом основные параметры жизнедеятельности на оптимальном уровне. Стабильная архитектура нейронных сетей обеспечивает надежное функционирование гомеостаза. Сущность сегрегации генов (первого закона наследственности) заключается в следующем. Каждый наследуемый признак находится под контролем пары одинаковых (аллельных) генов, из которых один аллель (один ген пары) происходит от одного родителя, тогда как другой аллель (другой ген пары) берет начало от другого родителя. Находясь в гибриде первого поколения, различные аллели не смешиваются и не влияют один на другой. Когда у зрелого организма наступает процесс образования половых клеток, то два аллеля генной пары расходятся (сегрегируют) чистыми и оказываются в разных гаметах (половых клетках человека), продуцируемых одним и тем же гибридом. Гаметы несут лишь по одному аллелю из каждой генной пары. Появление одного аллельного гена в той или иной гамете — дело случая. В процессе последующего оплодотворения женских половых клеток мужскими и образования гибридов второго поколения гены вновь собираются в пары. Первый закон наследственности говорит о том, что гений-мужчина не способен в первом поколении потомков зачать потомка-гения — мешает сегрегация генов.
 12. Интеллект — сложный многокомпонентный, количественный признак, контролируемый **сотнями генов**. Ученые прогнозируют, что число генов интеллекта может оказаться **больше тысячи**. Истину определит ближайшее время исследований.
 13. Несмотря на успешную (так отчитались исполнители!) разработку в 1990 – 2010 г.г., как минимум, десяти международных научно-исследовательских **“Проектов по расшифровке генома человека** (англ. *The Human Genome Project, HGP*)”, выполненных по инициативе самых развитых государств нашей планеты и авторитетных частных фирм этих государств, — главной целью которых было определение последовательности нуклеотидов, составляющих ДНК, и идентификация 20—25 тыс. генов в человеческом геноме, на текущий момент о номенклатуре и функциональности генов, управляющих интеллектом человека, абсолютно ничего не известно. Факт печальный. Но таковы реалии современной человеческой деятельности.
 14. Можно с уверенностью сделать единственно правильный вывод. Двадцатилетних проектов, завершающихся частичными крахами в расшифровке генома человека, будет бесчисленное множество до тех пор, пока человечество не создаст для исследований среды нейрофизиологии человека необходимую фемтоскопическую киносъёмочную аппаратуру, обеспечивающую возможность съёмки с разрешающей способностью 0.1 фемтометра, продолжительностью осветительного импульса — одна фемтосекунда и регулируемым интервалом между импульсами. Изготовление такой аппаратуры вполне реально в текущий момент на основе разработки, отмеченной Нобелевской премией за 1999 год. Эту премию получил Ахмед Зеваль за разработку «Четырёхмерной киносъёмки невидимого». Новый способ получения динамических изображений в фемтометровом (10^{-15} метра) масштабе трёх

пространственных координат, изменение которых (изображений) происходит в фемтосекундном (10^{-15} секунды) масштабе времени. Для этих целей используется:

- Настольный **рентгеновский лазер**. Этот прибор дает яркий направленный луч рентгеновского излучения с длиной волны, равной сегодня 0.001нм. (10^{-12} метра), а в ближайшем будущем (10^{-15} метра) и продолжительностью импульса вспышки, равной одной фемтосекунде. Такие параметры разрешающей способности и продолжительности импульса рентгеновского излучения позволят увидеть даже движение электрона по орбите атома. В основу работы источника положен так называемый эффект генерации гармоник высокого порядка. Суть его заключается в следующем: материал облучается когерентным пучком электромагнитного излучения (лазерным импульсом). Пучок поглощается, после чего материал испускает когерентное излучение с более короткой длиной волны. Авторам новой работы удалось на практике продемонстрировать возможность применения этого эффекта. В качестве облучаемого материала выступал гелий под высоким давлением. В среднем прибор генерировал один рентгеновский фотон на 5000 инфракрасных (для работы исследователи использовали инфракрасный лазер).
- И метод «замораживания движения», реализуемый с помощью стробоскопа. Стробоскоп, используя вспышку лазера, обеспечивает прерывистое периодическое просвечивание исследуемого материала, благодаря чему все движущиеся периодически компоненты структуры этого материала можно видеть как бы застывшими в различных фазах своего движения. Так осуществляется съёмка динамического процесса движения компонентов в исследуемом материале.

Глаз человека не видит геометрические размеры изображения меньше одной десятой миллиметра, и не замечает изображения вообще, если оно появляется и исчезает за время меньше одной десятой доли секунды.

Поэтому заснятые во время киносъёмки застывшие кадры различных фаз движения компонентов исследуемого материала увеличивают до комфортной величины, каждый кадр размножают до 24 последовательно стоящих копий, и через видеокамеру показывают исследователю заснятый процесс, как непрерывное движение компонентов исследуемой структуры.

15. С учётом мнения многих учёных-биологов о временной блокировке группы генов, обеспечивающих наследование активов интеллекта (см. п. №8), и приведенную в том же пункте аргументацию этого мнения, нет сомнений в том, что в биологической инструментарию головного мозга, обеспечивающем реализацию рассудочной деятельности человека и наследуемом генетически, случайно отсутствует два механизма управления интеллектом:
- ✓ механизм сохранения активов интеллекта в долговременной памяти с целью их наследования потомками;
 - ✓ механизм генетического наследования долговременной памяти вместе с её содержимым.

Этот дефект легко устраним в процессе познания функциональности каждого из 1000 генов, управляющих интеллектом, в том числе и взаимодействиями генов. Дополнительным доказательством утверждения о временной блокировке группы генов, обеспечивающих наследование активов интеллекта, является близость генофондов многих видов позвоночных животных, включая человека, по спектру их функциональных возможностей. При которой (близости генофондов) **различия в развитии и совершенстве каждой из функций**, например, врановых птиц, человекообразных обезьян и человека – колоссальные. Вызваны эти различия, скорее всего, генетическими механизмами временной блокировки действия отдельных генов, или их сочетаний. **Блокировка генов и её снятие являются до сих пор неразгаданной тайной в биологии.** Более того, геном любого отдельно взятого организма (исключая однояйцевых близнецов и клонированных животных) уникален, поэтому определение последовательности человеческого генома в принципе должно включать в себя и статистическую обработку многочисленных вариаций каждого гена. К этой работе естествоиспытатели ещё даже не приступали. **Одним словом, генофонд вида человека разумного должен быть познан биологическими науками досконально, во всех деталях его функциональности и на уровне нейрофизиологических процессов, реализующих эту функциональность.**

А такое знание возможно получить исключительно путём натурального экспериментирования непосредственно с человеком при помощи, упомянутой в пункте №14 фемтоскопической киносъёмочной аппаратуры.

16. Основой жизнедеятельности человеческого тела в окружающей среде являются адаптивные поведенческие функции, представляющие собой безусловные и условные рефлекторные реакции организма на возмущения среды обитания, или возмущения внутренней среды организма.
17. Условные рефлекторные реакции организма человека реализуются через безусловные рефлекторные реакции.
18. Высшие психические функции (ВПФ) основывают свое функционирование на биологическом инструментарии рассудочной деятельности головного мозга, наследуемом генетически.
19. Материальной средой (субстратом) реализации адаптивных поведенческих функций, а также ВПФ, включая функции материальной и сигнальной наследственности интеллекта в организме человека, **является его нервная система.**

Постановка задачи

Результаты анализа фундаментальных знаний в биологических и психологических науках, представленные в пунктах №№ 1 – 19, позволяют научно обоснованно поставить перед собой задачу о создании формальной теории, которая позволяет не только прогнозировать процесс развития материальной и сигнальной наследственности, но и диагностировать патологии в этом процессе и создавать методики устранения выявленных патологий.

В пунктах №№ 1 – 19 отражена и часть знаний, по которым высказаны гипотетические утверждения, но нет исторической практики, которая позволила бы, во-первых, считать эти знания истинными, во-вторых, дала бы возможность использовать их в качестве аксиом. Это касается только **знаний о генетической наследуемости активов интеллектуальной деятельности.** Подобный недостаток в будущей формальной теории безусловно

отрицательно скажется на её качестве, но только в том смысле, что две-три ложных аксиомы придётся заменить альтернативными истинными аксиомами после их познания. Однако всё равно начать создание необходимой формальной теории пока не представляется возможным, из-за отсутствия концептуальных знаний из когнитивной психологии, теории математического моделирования динамических систем, теории нейронных сетей, теории формальных языков, теории формальных моделей, математической логики, материалистической философии естественных наук.

Поэтому в конспективном формате отобразим эти недостающие знания.

Наиболее феноменальными и значимыми **функциями в психике** человека профессионалы считают **высшие психические функции (ВПФ)** в состав которых входят три класса функций:

- гностические,
- мнестические
- и интеллектуальные функции.

Гностические (темополагающие) функции познания природных явлений:

- цели функционирования;
- мотивация функционирования;
- морфология познаваемого явления;
- оценка точности и надёжности функционирования;
- выявление источников энергии, необходимых для функционирования;
- оценка энергозатрат, необходимых для функционирования;
- физические силы, обеспечивающие процесс функционирования;
- виды движений материи, на которых основано функционирование;
- отношение между переменными, функционально полно характеризующими процесс функционирования исследуемого явления.

Мнестическая функция. Её сущность заключается в реализации следующего действия: существуют тонкие молекулярные биофизические процессы, сохраняющие след от всякого предыдущего воздействия и благодаря этому трансформируют характер ответной реакции на всякое последующее возмущение. По существу, это элементарная форма памяти предшествующего состояния исследуемого явления и учёта этого состояния при формировании реакции на следующее возмущение этого явления.

Интеллектуальные функции

Интеллект (от латинского *intellectus* — понимание, познание) — **основная форма познания человеком действительности.** В широком смысле – это совокупность всех познавательных функций индивида: от ощущений и восприятия до мышления и воображения; в более узком смысле — это мышление. Это определение интеллекта принято в современной отечественной психологии.

Перечень основных ВПФ (**высших психических функций**), входящих в состав интеллекта, следующий:

- сознание
- восприятие;
- память;
- мышление;
- речь;
- письмо;

- счет;
- произвольные движения;
- понимание относительных движений;
- понимания ритмов в движении и в сенсорных восприятиях;
- воображение;
- распознавание знакомых сенсорных образов;
- распознавание знакомых композиций (сцен) сенсорных образов;
- понимание структуры знаковых систем (решения проблем семиологии);
- решение логических задач;
- решение задач пространственных геометрических построений;
- решение игровых задач с антагонистическими целями противоборствующих;
- воспроизведение графических, или изобразительных копий наблюдаемых явлений;
- изобразительное, литературное и музыкальное творчество;
- научное творчество;
- содержательное доказательство прогнозных логических утверждений;
- контроль и управление деятельностью вегетативных нервных систем.

Нервная система человека. Необходимую и достаточную функциональную полноту психики на физиологическом уровне обеспечивает только и только нервная система.

Она анатомически расположена и устроена так, чтобы иметь прямой доступ и выход на внутренние органы, на внешнюю среду, соединять их, управлять органами движения. Нервная система человека состоит из двух разделов: центрального и периферического. Центральный включает головной мозг, промежуточный и спинной мозг. Вся остальная часть нервной системы относится к периферической.

Формальная теория и формальный язык. Формальной она называется потому, что:

- описана формальным математическим языком логики предикатов; формальные символы, не соответствующие синтаксису языка логики предикатов первого порядка, запрещены к применению;
- постановка задач познания явлений мироздания осуществляется по заранее установленным чётким и однозначным правилам на основе стандартизованных операндов и операций;
- преобразование постановки задач к каноническому виду осуществляется с помощью 27, заранее установленных чётких и однозначных, обеспечивающих эквивалентность формул, правил;
- решение поставленных задач познания осуществляется с помощью единственного, заранее выбранного, работающего автоматически на основе стандартизованных операндов и операций, стандартизованного алгоритма.

Логико-диалектическая модель (ЛДМ) любого явления в мироздании.

Под логико-диалектической моделью (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);

- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно–следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояния;
- выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояния, **которые исследуют истину в мышлении** о конкретном явлении, и отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояния, отражающие:
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении
(рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости;
 - ✓ диалектические отношения между переменными состояния в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Теперь в статье в конспективном формате представлен функционально полный комплекс фундаментальных научных знаний, необходимых для построения формальной теории наследования от родителей материального и сигнального интеллекта в комплексе с продуктами этого интеллекта – его активами.

Построение формальной теории наследования от родителей

**материального и сигнального интеллекта
в комплексе с продуктами этого интеллекта – его активами**

Начнём с целевого утверждения новой теории:

A1: Интеллект наследуется от родителей генетическим способом в части биологического инструментария головного мозга, обеспечивающего:

- рассудочную деятельность
- сигнальный интеллект,
- сохранность и передачу потомкам продуктов интеллектуальной деятельности, называемых **активами** интеллектуальной деятельности.

В этом целевом утверждении отражается авторское видение функционально полной сущности интеллекта человека в целом:

- ✓ и в части биологического инструментария головного мозга, обеспечивающего интегральную интеллектуальную деятельность человека;
- ✓ и в части биологического инструментария головного мозга обеспечивающего функциональность сигнального интеллекта;
- ✓ и в части биологического инструментария головного мозга обеспечивающего сохранность и передачу потомкам продуктов интеллектуальной деятельности, называемых **активами** интеллектуальной деятельности.

Назовем это целевое утверждение **A1 аксиомой № 1** и идентифицируем её формулой:

1. **A1** \equiv **p1(X, Y)**, в которой предикатный символ **p1** нагружен смыслом аксиомы A1, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
2. Сформулируем утверждение № 2 (Текст смотри в пункте № 3 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем это утверждение аксиомой № 2 и идентифицируем формулой:
A2 \equiv **p2(X, Y)**, в которой предикатный символ **p2** нагружен смыслом аксиомы A2, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
3. Сформулируем утверждение № 3 (Текст смотри в пункт № 4 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 3 и идентифицируем формулой:
A3 \equiv **p3(X, Y)**, в которой: предикатный символ **p3** нагружен смыслом аксиомы A3, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
4. Сформулируем утверждение № 4 (Текст смотри в пункте № 5 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 4 и идентифицируем формулой:

- $A4 \equiv p4(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p4$ нагружен смыслом аксиомы $A4$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
5. Сформулируем утверждение № 5 (Текст смотри в пункте № 6 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 5 и идентифицируем формулой:
 $A5 \equiv p5(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p5$ нагружен смыслом аксиомы $A5$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
6. Сформулируем утверждение № 6 (Текст смотри в пункте № 7 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 6 и идентифицируем формулой:
 $A6 \equiv p6(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p6$ нагружен смыслом аксиомы $A6$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
7. Сформулируем утверждение № 7 (Текст смотри в пункте № 8 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 7 и идентифицируем формулой:
 $A7 \equiv p7(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p7$ нагружен смыслом аксиомы $A7$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
8. Сформулируем утверждение № 8 (Текст смотри в пункте № 9 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 8 и идентифицируем формулой:
 $A8 \equiv p8(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p8$ нагружен смыслом аксиомы $A8$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
9. Сформулируем утверждение № 9 (Текст смотри в пункте № 10 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 9 и идентифицируем формулой:
 $A9 \equiv p9(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p9$ нагружен смыслом аксиомы $A9$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
10. Сформулируем утверждение № 10 (Текст смотри в пункте № 11 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 10 и идентифицируем формулой:
 $A10 \equiv p10(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p10$ нагружен смыслом аксиомы $A10$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
11. Сформулируем утверждение № 11 (Текст смотри в пункте № 12 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 11 и идентифицируем формулой:
 $A11 \equiv p11(X, Y)$, в которой: предикатный символ $p11$ нагружен смыслом аксиомы $A11$, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.

12. Сформулируем утверждение № 12 (Текст смотри в пункте № 13 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 12 и идентифицируем формулой:
 $A_{12} \equiv p_{12}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{12} нагружен смыслом аксиомы A_{12} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
13. Сформулируем утверждение № 13 (Текст смотри в пункте № 14 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 13 и идентифицируем формулой:
 $A_{13} \equiv p_{13}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{13} нагружен смыслом аксиомы A_{13} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
14. Сформулируем утверждение № 14 (Текст смотри в пункте № 15 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 14 и идентифицируем формулой:
 $A_{14} \equiv p_{14}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{14} нагружен смыслом аксиомы A_{14} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
15. Сформулируем утверждение № 15 (Текст смотри в пункте № 16 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 15 и идентифицируем формулой:
 $A_{15} \equiv p_{15}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{15} нагружен смыслом аксиомы A_{15} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
16. Сформулируем утверждение № 16 (Текст смотри в пункте № 17 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 16 и идентифицируем формулой:
 $A_{16} \equiv p_{16}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{16} нагружен смыслом аксиомы A_{16} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
17. Сформулируем утверждение № 17 (Текст смотри в пункте № 18 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 17 и идентифицируем формулой:
 $A_{17} \equiv p_{17}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{17} нагружен смыслом аксиомы A_{17} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
18. Сформулируем утверждение № 18 (Текст смотри в пункте № 19 раздела «Функциональность психического склада»). Назовем его аксиомой № 18 и идентифицируем формулой:
 $A_{18} \equiv p_{18}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{18} нагружен смыслом аксиомы A_{18} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.
19. Сформулируем утверждение № 19. Рассудочная деятельность человека обеспечивается процессами взаимодействия ВПФ человека. В первую очередь это относится к функциям: сознания, восприятия, представления, памяти. Восприятие и представление формируют субъективную картину мира, отражая реальный мир в

памяти человека при его непосредственном воздействии на рецепторные поверхности органов чувств. Назовем его аксиомой № 19 и идентифицируем формулой:

$A19 \equiv p19(X, Y)$, в которой: предикатный символ **p19** нагружен смыслом аксиомы A19, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.

20. Сформулируем утверждение № 20. Биологический инструментарий головного мозга, конкретно, коры и подкорки больших полушарий, а также гиппокампа обеспечивает:

- кодирование обрабатываемой информации (энграмм);
- ассоциативный поиск информации (энграмм);
- адресацию энграмм при записи и считывании;
- синхронизацию записи и считывания энграмм;
- преобразование форматов комплексных многомодальных восприятий (бессознательная память) в форматы осознанной информации (глоссы, смыслы);
- логический анализ энграмм, выполняемый в аналитической зоне коры;
- логический синтез энграмм, выполняемый в ассоциативной зоне коры.

Биологический инструментарий головного мозга обеспечивает понимание процессорами аналитических и ассоциативных зон коры смысла выполняемых операций, так как без понимания этих смыслов необходимая адекватная переработка информации с помощью только формальных операций не возможна. Истинность этого утверждения доказана ещё Гёделем в тридцатые годы 20 столетия, утверждавшим в своей теореме, что нельзя доказать только путём вычислений правильность операций арифметики, например, что $1 + 1 = 2$. Необходимы факты исторической практики, подтверждающие результаты арифметических операций.

Назовем утверждение аксиомой № 20 и идентифицируем формулой:

$A20 \equiv p20(X, Y)$, в которой: предикатный символ **p20** нагружен смыслом аксиомы A20, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.

21. Сформулируем утверждение № 21. Для мыслящего существа после восприятия самым необходимым свойством является память. Память — как одно из основных свойств нервной системы, заключается в способности фиксировать (запоминать), долгое время сохранять информацию о внешнем и внутреннем (телесном и психическом) мире человека, а также многократно извлекать эту информацию в область сознания. Человек запоминает не только те раздражители, которые действуют на него, но и те ощущения, эмоции, которые они вызывают. Только благодаря памяти человек может приобретать, сохранять и использовать индивидуальный опыт. **Согласно теории памяти, каждое переживание оставляет памятный след - (энграмму) в больших полушариях мозга, и память может действовать только в том случае, если создается связь между этим следом и новым переживанием. Основой памяти является образование временных нервных связей (следов) на нейрофизиологическом и биохимическом уровнях.** По современным представлениям считается, что в мозге нельзя выделить какую-либо отдельную структуру, в которой хранится энграмма. **Видимо, памятный след сохраняется клетками всего головного мозга.** Сформировавшаяся энграмма какого-либо события очень устойчива и может сохраняться в течение всей

человеческой жизни, но извлечение энграммы, то есть воспоминание об этом событии, зачастую может быть сопряжено с большими трудностями.

До сих пор остаются непознанными следующие аспекты функционирования памяти:

- адресация энграмм при записи и считывании;
- синхронизация записи и считывания энграмм;
- преобразование форматов комплексных многомодальных восприятий (бессознательная память) в форматы осознанной информации (глоссы, смыслы).

Назовем утверждение аксиомой № 21 и идентифицируем формулой:

A21 \equiv **p21(X, Y)**, в которой: предикатный символ **p21** нагружен смыслом аксиомы A21, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.

22. Сформулируем утверждение № 22. Эволюционное развитие человеком второй сигнальной системы (речи, письменности, чтения) в дополнение к первой сигнальной системе (сенсорной), привело к порождению в его теле функции сознания, материальным носителем (субстратом) которой является центральная нервная система (ЦНС). Сознание обеспечивает:

- интерпретацию отражаемых им явлений мироздания в памяти человека в виде функциональной в вербальном виде информации об этом явлении, но не связанной с субстратом и его свойствами;
- интерпретацию любой функциональности человеческого организма в виде управляемого информационного процесса движения и переработки следующих видов информации:
 - ✓ хранимой (информации) в его памяти;
 - ✓ исходящей из внешней среды (сенсорной);
 - ✓ приходящей из аналитического и ассоциативного центров коры головного мозга и его центров мотивации, воли и эмоций;
 - ✓ а также приходящей (информации) от всех источников обратных связей.

Назовем утверждение аксиомой № 22 и идентифицируем формулой:

A22 \equiv **p22(X, Y)**, в которой: предикатный символ **p22** нагружен смыслом аксиомы A22, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.

23. Сформулируем утверждение № 23. Процесс научного познания и построения нейрофизиологических моделей по каждой из 50 ВПФ пока не завершён мировым научным сообществом биологов. А это тот научный базис, без которого не возможно объективно оценить достоверность уже познанных на текущий момент научных знаний о природе интеллекта человека в целом, включая знания о механизмах его наследования.

Назовем утверждение аксиомой № 23 и идентифицируем формулой:

A23 \equiv **p23(X, Y)**, в которой: предикатный символ **p23** нагружен смыслом аксиомы A23, предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.

24. Сформулируем утверждение № 24. В биологических науках декларируется стереотип реализации архитектуры любой функциональности в формате

структурной схемы замкнутой системы автоматического регулирования с жесткими и гибкими, отрицательными и положительными обратными связями (см. рис. 1).

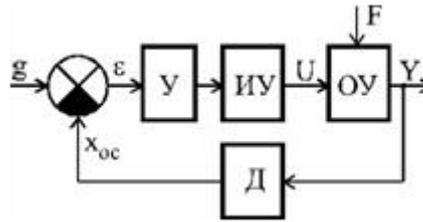


Рис.1. Замкнутая система автоматического регулирования (ЗСАР)

У - усилитель; ИУ - исполнительное устройство; g - задающее воздействие; U - управляющее воздействие; Д – датчик; Y - выходная величина; F - возмущающее воздействие; Xос - сигнал обратной связи; ε – отклонение.

Назовем утверждение аксиомой № 24 и идентифицируем формулой:

$A_{24} \equiv p_{24}(X, Y)$, в которой: предикатный символ p_{24} нагружен смыслом аксиомы A_{24} , предметная переменная X идентифицирует потомка в первом поколении, Y идентифицирует пару родителей этого потомка.

Формальная модель процесса наследования интеллекта родителей их потомками

На основе аксиом $A_1 - A_{24}$ можно сформулировать такую целевую теорему:

Логическое произведение аксиом-посылок $A_2 - A_{24}$ обеспечивает адекватную логическую оценку заключительного целевого состояния процесса наследования интеллекта человека, о которой говорится в аксиоме A_1 :

$$A_2 \wedge \dots \wedge A_{19} \wedge A_{20} \wedge A_{21} \wedge A_{22} \wedge A_{23} \wedge A_{24} \Rightarrow A_1.$$

Что в предикатной форме отражается так:

$$(\forall X)(\forall Y)((p_2(X, Y) \wedge p_3(X, Y) \wedge \dots \wedge p_{19}(X, Y) \wedge p_{20}(X, Y) \wedge p_{21}(X, Y) \wedge p_{22}(X, Y) \wedge p_{23}(X, Y) \wedge p_{24}(X, Y)) \Rightarrow p_1(X, Y)) \quad [1]$$

Понимание физического смысла логических операций (о котором говорится в A_{20}), применяемых при отражении физиологических явлений, например, в формуле [1], достигается путём соединения этой формулы при помощи операции импликации с одной из её интерпретаций, но полученных непременно путём натурального экспериментирования, обязательно с наследованием интеллекта тем человеком, для которого применяется формула [1].

В результате формальная логико-диалектическая модель наследования интеллекта человеком от родителей будет иметь такой вид:

$$((\forall X)(\forall Y)((p_2(X, Y) \wedge p_3(X, Y) \wedge \dots \wedge p_{19}(X, Y) \wedge p_{20}(X, Y) \wedge p_{21}(X, Y) \wedge p_{22}(X, Y) \wedge p_{23}(X, Y) \wedge p_{24}(X, Y)) \Rightarrow p_1(X, Y))) \Rightarrow ((\exists X)(\exists Y)((p_2(X, Y) \wedge p_3(X, Y) \wedge \dots \wedge p_{19}(X, Y) \wedge p_{20}(X, Y) \wedge p_{21}(X, Y) \wedge p_{22}(X, Y) \wedge p_{23}(X, Y) \wedge p_{24}(X, Y)) \Rightarrow p_1(X, Y))) \quad [2]$$

Формальной она называется потому, что:

1. описана формальным математическим языком логики предикатов; формальные символы, не соответствующие синтаксису языка логики предикатов первого порядка, запрещены к применению.
2. постановка задач познания явлений мироздания осуществляется по заранее установленным чётким и однозначным правилам на основе стандартизованных операндов и операций;
3. преобразование постановки задач к каноническому виду осуществляется с помощью 27, заранее установленных чётких и однозначных, обеспечивающих эквивалентность формул, правил;
4. решение поставленных задач познания осуществляется с помощью единственного, заранее выбранного, работающего автоматически на основе стандартизованных операндов и операций, стандартизованного алгоритма.

Преобразование модели теоремы к каноническому виду

Если в формуле [2] выражение:

$$((p2(X,Y) \wedge p3(X, Y) \wedge \dots \wedge p19(X, Y) \wedge p20(X, Y) \wedge p21(X, Y)$$

$$\wedge p22(X, Y) \wedge p23(X, Y) \wedge p24(X, Y)) \equiv F1(X,Y)$$

заменить формулой $F1(X,Y)$, то формула [2] примет такой вид:

$$(\forall X)(\forall Y)(F1(X,Y) \Rightarrow p1(X, Y)) \Rightarrow (\exists X)(\exists Y)(F1(X,Y) \Rightarrow p1(X, Y)) \quad [3].$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 формальных правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Два из них выглядят так:

$$(F1(X) \Rightarrow F2(X)) \equiv (\neg F1(X) \vee F2(X))$$

$$(F1(X) \Rightarrow F2(X)) \equiv (F1(X) \wedge \neg F2(X))$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [3] на первом шаге примет такой вид:

$$(\forall X)(\forall Y)(\neg F1(X,Y) \vee p1(X, Y)) \Rightarrow (\exists X)(\exists Y)(\neg F1(X,Y) \vee p1(X, Y)) \quad [4].$$

А на следующем шаге [4] преобразуется в:

$$(\neg F1(X,Y) \vee p1(X, Y)) \wedge \neg(\neg F1(X,Y) \vee p1(X, Y)) \quad [5].$$

Доказательство теоремы

Формула [5] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов. Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методология автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.
Следовательно, теорема успешно доказана.

Заключение

Из доказательства теоремы следует, что человек должен наследовать от родителей не только биологический инструментарий головного мозга, управляющий его интеллектом, но и активы этого интеллекта, накопленные родителями на протяжении их жизни. И для этого лишь надо серьёзно отнестись к расшифровке генома человека и, особенно, к выяснению функциональности каждого из 1000 генов, предназначенных природой для управления интеллектом человека. Предложенная в статье фемтаскопическая киносъёмочная аппаратура может внести радикальный вклад в решение этой проблемы.

Литература

1. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. 2012. 304 с.
2. Гнатик Е.Н. Генетика человека: былое и грядущее. Изд.2, 2010.
3. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издательство. 1998. 430 стр.
4. Лурия А.Р. Язык и сознание. — М., 1979.
5. Данилова Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. — М., 1989.
6. Симонов П.В. Мотивированный мозг: Высшая нервная деятельность и естественнонаучные основы общей психологии. — М., 1987.
7. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. Физиология. Нейроанатомия. Психология эмоций. — М., 1981.
8. П. К. Анохин. Избранные труды. Кибернетика функциональных систем. М., 1998 г.
9. Хомская Е. Д. Нейропсихология: 4-е издание. — СПб.: Питер, 2005. — 496 с.
10. Когнитивная психология. Учебник для вузов / Под ред. В. Н. Дружинина, Д. В. Ушакова — М.: ПЕР СЭ, 2002 — 480 с.
11. Кондратенко В.А. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. “Алефа”. 2010 г. - 267стр.
12. Степин В.С. и др. Философия науки и техники. – М. «Наука». 1996 г. 496 стр.
13. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. . – М. СИНТЕГ. 2000 г. – 528 стр.

Кондратенко В.А.

Формальная теория жизнедеятельности психики человека

Актуальность темы

Множество исследований в области искусственного интеллекта не могут быть завершены, или проведены вообще, из-за отсутствия на текущий момент корректной теории функционирования человеческого мозга, связанного с его интеллектуальной деятельностью, хотя бы на концептуальном уровне. Нет пока комплексных предложений исследователей, на каких принципах должны основываться модели элементарных и структурированных смыслов, обрабатываемых мозгом в процессе жизнедеятельности человека, не говоря уже о формальных языках и их грамматиках, или, тем более, о формальных теориях, предназначенных для этих целей.

Цель статьи заключается в восполнении отмеченного только что пробела в научных знаниях о человеческом мозге.

Ключевые понятия в изложении темы статьи

В среде когнитивистов, нейробиологов и нейрофизиологов приняты нижеследующие определения ключевых понятий анализируемой темы в статье.

Психика человека с точки зрения естествоиспытателя-нейрофизиолога – это генератор сценариев, **отражаемых в формате символов второй сигнальной системы**, всех допустимых состояний его нервной системы, и, одновременно, режиссер реализации этих сценариев, руководствующийся: воздействиями среды обитания, взаимодействиями с окружающей средой и мысленной имитацией взаимодействия “собственного Я” с собственной психикой.

Этот генератор и режиссер обеспечивает:

- активное, но одновременно и субъективное отражение этим индивидом реального мироздания;
- адаптивное регулирование состояний собственного организма в соответствии с текущими воздействиями среды обитания и текущим взаимодействием с ней;
- адаптивное оперативное управление собственным поведением и реакциями в соответствии с текущими воздействиями окружающей среды и текущими взаимодействиями с ней.
- возможность мысленной имитации взаимодействия “собственного Я” с собственной психикой.

Наиболее феноменальными и значимыми **функциями в психике** человека профессионалы считают **высшие психические функции (ВПФ)** в состав которых входят три класса функций:

- гностические,
- мнестические
- и интеллектуальные функции.

Гностические (темополагающие) функции познания природных явлений:

- цели функционирования;
- мотивация функционирования;
- морфология познаваемого явления;
- оценка точности и надёжности функционирования;
- выявление источников энергии, необходимых для функционирования;
- оценка энергозатрат, необходимых для функционирования;
- физические силы, обеспечивающие процесс функционирования;
- виды движений материи, на которых основано функционирование;
- отношение между переменными, функционально полно характеризующими процесс функционирования исследуемого явления.

Мнестическая функция. Её сущность заключается в реализации следующего действия: существуют тонкие молекулярные биофизические процессы, сохраняющие след от всякого предыдущего воздействия и благодаря этому трансформируют характер ответной реакции на всякое последующее возмущение. По существу, это элементарная форма памяти предшествующего состояния исследуемого явления и учёта этого состояния при формировании реакции на следующее возмущение этого явления.

Интеллектуальные функции

Интеллект (от латинского intellectus — понимание, познание) — **основная форма познания человеком действительности.** В широком смысле – это совокупность всех познавательных функций индивида: от ощущений и восприятия до мышления и воображения; в более узком смысле — это мышление. Это определение интеллекта принято в современной отечественной психологии.

Перечень основных ВПФ (**высших психических функций**), входящих в состав интеллекта, следующий:

- сознание
- восприятие;
- память;
- мышление;
- речь;
- письмо;
- счет;
- произвольные движения;
- понимание относительных движений;
- понимания ритмов в движении и в сенсорных восприятиях;
- воображение;
- распознавание знакомых сенсорных образов;
- распознавание знакомых композиций (сцен) сенсорных образов;

- понимание структуры знаковых систем (решения проблем семиологии);
- решение логических задач;
- решение задач пространственных геометрических построений;
- решение игровых задач с антагонистическими целями противоборствующих;
- воспроизведение графических, или изобразительных копий наблюдаемых явлений;
- изобразительное, литературное и музыкальное творчество;
- научное творчество;
- содержательное доказательство прогнозных логических утверждений;
- контроль и управление деятельностью вегетативных нервных систем.

Нервная система человека. Необходимую и достаточную функциональную полноту психики на физиологическом уровне обеспечивает только и только нервная система.

Она анатомически расположена и устроена так, чтобы иметь прямой доступ и выход на внутренние органы, на внешнюю среду, соединять их, управлять органами движения. Нервная система человека состоит из двух разделов: центрального и периферического. Центральный включает головной мозг, промежуточный и спинной мозг. Вся остальная часть нервной системы относится к периферической.

Формальная теория. Формальной она называется потому, что:

5. описана формальным математическим языком логики предикатов; формальные символы, не соответствующие синтаксису языка логики предикатов первого порядка, запрещены к применению.
6. постановка задач познания явлений мироздания осуществляется по заранее установленным чётким и однозначным правилам на основе стандартизованных операндов и операций;
7. преобразование постановки задач к каноническому виду осуществляется с помощью 27, заранее установленных чётких и однозначных, обеспечивающих эквивалентность формул, правил;
8. решение поставленных задач познания осуществляется с помощью единственного, заранее выбранного, работающего автоматически на основе стандартизованных операндов и операций, стандартизованного алгоритма.

Логико-диалектическая модель (ЛДМ) любого явления в мироздании.

Под логико-диалектической моделью (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно–следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями, выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояниями, *которые исследуют истину в мышлении* о конкретном явлении, и отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:
 1. природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления,

в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

2. природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;
3. природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;
4. природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;
5. природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости;
6. диалектические отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Комплекс научных знаний из когнитивистики, положенных в основу статьи

Со второй половины 70 г. двадцатого столетия учения академиков И.В. Сеченова и И.П. Павлова о рефлекторной сущности высшей нервной деятельности человека существенно расширены и дополнены новыми концептами академика П.К. Анохина, предложившего

- **оценивать жизнедеятельность самоорганизующейся системы по системообразующему фактору (будущему результату, порождаемому упреждающим поведением системы).**

Академик П.К. Анохин в фундаментальных трудах по нейрофизиологии – механизмам условного рефлекса, онтогенезу нервной системы – ввел понятие системообразующего фактора (результата системы). Под результатом системы П.К. Анохин понимал полезный приспособительный эффект во взаимодействии «организм – среда», достигаемый при реализации системы. На основании обобщения экспериментов П. К. Анохин пришел к выводу, что для понимания взаимодействия организма со средой следует изучать не «функции» отдельных органов или структур мозга, а их взаимодействие, то есть координацию их активности для получения конкретного результата. В теории функциональных систем (ТФС) П. К. Анохина разработана концепция изоморфности иерархических уровней. Изоморфность уровней заключается в том, что все они представлены функциональными системами. Независимо от уровня, системообразующим фактором для всех этих систем является результат, а фактором, определяющим

структурную организацию уровней, их упорядоченность по истории развития. Таким способом превращаются этапы развития явления в структурные уровни его организации.

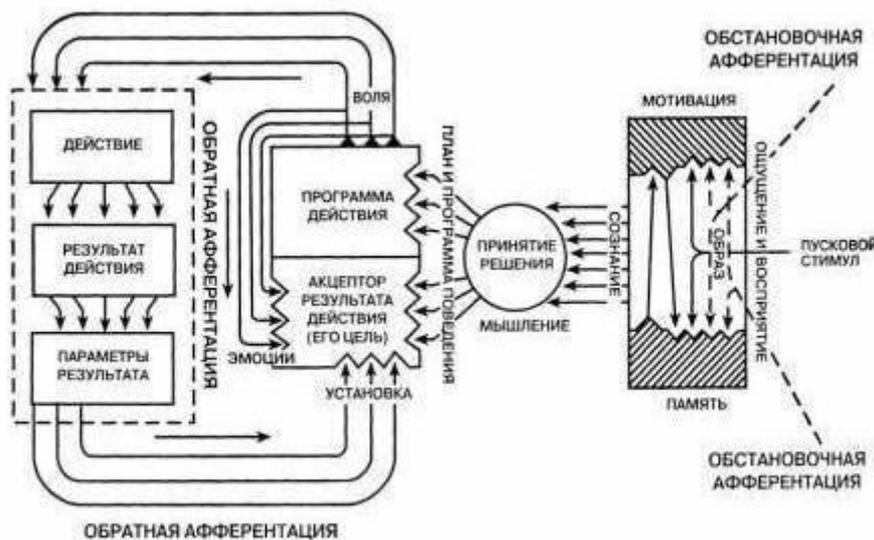
Модель функциональной системы П.К. Анохина

В теории функциональных систем в качестве детерминанты поведения человека рассматривается не прошлое по отношению к поведению событие — стимул, а будущее — результат [2].

Функциональная система есть динамически складывающаяся широкая распределенная система из разнородных физиологических образований, все части которой содействуют получению определенного полезного результата [2].

Именно опережающее значение результата и модель будущего, создаваемая мозгом, позволяет говорить не о реакции на стимулы из внешней среды, а о полноценном целеполагании (упреждающем управлении).

Академик П.К. Анохин в 1984 году предложил концепцию модели организации и регулирования поведенческого акта, в которой есть место для всех основных процессов и состояний. Она получила название модели функциональной системы. Ее общее строение показано на рис. 1.



Модель функциональной системы. Рис. 1.

Суть данной концепции П.К. Анохина заключается в том, что человек не может существовать изолированно от окружающего мира. Он постоянно испытывает воздействие определенных факторов внешней среды. Воздействие внешних факторов было названо Анохиным обстановочной афферентацией. Одни воздействия для человека несущественны или даже не осознаваемы, но другие, — как правило, необычные — вызывают у него ответную реакцию. Эта ответная реакция носит характер ориентировочной реакции.

Все воздействующие на человека объекты и условия деятельности, вне зависимости от их значимости, воспринимаются человеком в виде образа. Этот образ соотносится с

информацией, хранящейся в памяти, и мотивационными установками человека. Причем процесс сопоставления осуществляется всегда через сознание, что приводит к возникновению решения и плана поведения.

В центральной нервной системе ожидаемый итог действий представлен в виде своеобразной нервной модели, названной Анохиным акцептором результата действия. Акцептор результата действия — это цель, на которую направлено действие. При наличии акцептора действия и программы действия, сформулированной сознанием, начинается непосредственное исполнение действия. При этом включается воля, а также процесс получения информации о выполнении поставленной цели.

Информация о результатах действия имеет характер обратной связи (обратной афферентации) и направлена на формирование коррекции по отношению к выполняемому действию. Поскольку информация проходит через эмоциональную сферу, она вызывает определенные эмоции, влияющие на характер коррекции. Если эмоции носят положительный характер, то действие прекращается. Если эмоции негативны, то в выполнение действия вносятся коррективы [Маклаков, 2001].

Формальная теория жизнедеятельности психики человека, как комплекс аксиоматических моделей функций его психики

При наличии функциональной модели П.К. Анохина появляется возможность в том же ключе, т.е. с помощью аксиоматических утверждений, создать логико-диалектическую модель процесса функционирования на физиологическом уровне любой из высших психических функций (ВПФ), например функции сознания.

При этом в функционально полный исходный состав истинных аксиом должны войти, выявленные в процессе натурального экспериментирования, следующие истинные факты, носящие в теориях аксиоматического моделирования названия аксиом:

1. ***A1. Эволюционное развитие человеком второй сигнальной системы (речи, письменности, чтения) в дополнение к первой сигнальной системе (сенсорной), привело к порождению в его теле функции сознания, материальным носителем (субстратом) которой является центральная нервная система (ЦНС).***

Сознание обеспечивает:

- интерпретацию отражаемых им явлений мироздания в памяти человека, как функциональной информации об этом явлении, но не связанной с субстратом и его свойствами;
- интерпретацию любой функциональности человеческого организма в качестве управляемого информационного процесса движения и переработки следующей информации:
хранимой в его памяти, исходящей из внешней среды (сенсорной), приходящей из аналитического и ассоциативного центров коры головного мозга и его центров мотивации, воли и эмоций, а также приходящей от всех источников обратных связей.

Слово, по И. П. Павлову, является сигналом для работы первой сигнальной системы («сигналы сигналов»). Например, действия человека (его поведение) будут одинаковыми как при произнесении слова «пожар!», так и при действительно наблюдаемом (зрительное раздражение) им пожаре. Образование условного рефлекса на основе речи является качественной особенностью высшей нервной деятельности человека. В процессе обучения речи у человека возникают временные связи между нейронами коры, воспринимающими сенсорные сигналы от разных предметов, явлений, событий, и центрами, воспринимающими словесное обозначение этих предметов, явлений и событий, и их смысловое значение. При наличии такой связи легко воспроизводится сенсорный образ без подкрепления, если этот раздражитель выразить словесно. Человек с помощью слов, математических символов, образов художественных произведений может передавать другим людям знания об окружающем мире, в том числе и о самом себе. Развитие у человека речи повысило его способность отражать в своей памяти письменные модели явлений внешней среды, накапливать и использовать опыт предыдущих поколений. Благодаря слову (словесной сигнализации) у человека появилась возможность отвлеченно и обобщенно воспринимать явления, находящие свое выражение в понятиях, суждениях, умозаключениях. В результате сформировалась свойственная только человеку форма отражения действительности, называемая **сознанием**. Способность к обобщению и отвлечению служит основой *мышления* человека, являясь результатом функции всей коры мозга и в особенности ее лобных долей. Благодаря отвлеченному логическому мышлению человек познает окружающий мир и его законы. Способность к мышлению используется человеком в его практической деятельности, когда он ставит определенные цели, намечает пути реализации и достигает их. В ходе исторического развития человечества благодаря мышлению накоплены огромные знания о внешнем мире. Таким образом, благодаря первой сигнальной системе достигается конкретное чувственное восприятие окружающего мира и познается состояние самого организма. С развитием у человека второй сигнальной системы, становится возможной абстрактная *аналитическая* и *синтетическая деятельность коры*, проявляющаяся в способности делать масштабные обобщения, создавать понятия, открывать действующие в природе законы. Поэтому поведение человека, контролируемое второй сигнальной системой, состоит из *целенаправленных действий*. Две сигнальные системы тесно взаимодействуют между собой, так как вторая сигнальная система возникла на базе первой и функционирует в связи с ней. У человека вторая сигнальная система преобладает над первой вследствие общественного образа жизни и развития мышления.

Из приведенных выше характеристик сознания, очевидно, что оно, во-первых, является чисто информационным (но не материальным!) продуктом материи, называемой ЦНС, и поэтому является вторичным (производным) по отношению к этой материи. Во-вторых, ЦНС совместно тоже с материей, называемой периферийным разделом нервной системы человека, образует архитектуру нейронной сети человека, обладающей чрезмерной сложностью, которая

осуществляет адаптивное управление организмом человека в условиях его взаимодействия со средой обитания. Поэтому сознание является производным (вторичным) продуктом и по отношению к материи нервной системы человека в целом.

2. **A2. В логико-диалектической модели процесса функционирования на физиологическом уровне каждой из высших психических функций (ВПФ) анализируются исключительно информационные процессы движения передаваемых смыслов между компонентами этой самоорганизующейся динамической системы.**
3. **A3. Все подструктуры организма, внешние и внутренние, пронизаны разнообразными типами рецепторов, которые предназначены для контроля и регулирования допустимых состояний этих подструктур.**

Мировое научное сообщество до сих пор не располагает экспериментальными сведениями о том, какие физические величины, где и как измеряются упомянутыми рецепторами. Т.е. теории структурной типологии организма человека с точки зрения автоматического управления этим организмом (в условиях спонтанных изменений среды его обитания) на основе безусловных рефлексов пока не существует. Несомненно, без такой теории корректное познание физиологии функционирования высших психических функций в организме человека просто не возможно. Поэтому, руководствуясь целью избавиться от застоя в познании концепций физиологии функционирования ВПФ, следует исходить из более-менее допустимых предположений об упомянутой структурной топологии. Главное, чтобы эти предположения основывались на реальных константных характеристиках этих структур. Например, если предположить, что контролируется и регулируется каждая клетка организма человека, общее количество которых не более 10^{14} штук, а в каждой клетке отслеживаются количественные показатели по каждому из типов системообразующих:

- аминокислот, которых биохимия насчитывает всего 20 шт.;
- жиров, которых биохимия насчитывает всего 3 шт.;
- углеводов, которых биохимия насчитывает всего 8 шт.;
- минералов, которых биохимия насчитывает всего 30 шт.;
- витаминов, которых биохимия насчитывает всего 30 шт.;

то одно только количество адресов, из которых должна собираться информация для обработки результатов измерений, составит количество, равное примерно $5 \cdot 10^{20}$.

Что без распараллеленного ассоциативного поиска и параллельной обработки информации, как минимум на 10^{11} независимых процессорах в коре головного мозга, может привести к фатально замедленному процессу принятия решений в экстремальных ситуациях.

Поэтому архитектура центральной и периферической нервной системы в реальной жизни вынужденно соответствует обсуждённому только что требованию к структурированию процесса сбора и обработки оперативной информации о состояниях тела человека.

Из сказанного вытекает необходимость уделить особое внимание натурному экспериментальному изучению структуры функционирования нервной системы человека.

4. **A4.** *Основой жизнедеятельности организма человека являются безусловные рефлекторные реакции этого организма на возмущения среды обитания, или возмущения внутренней среды организма.*
5. **A5.** *Условная рефлекторная деятельность организма человека основывается на безусловной рефлекторной деятельности.*
6. **A6.** *Высшие психические функции (ВПФ) основывают свое функционирование на биологическом инструментарии рассудочной деятельности головного мозга, наследуемом генетически.*
7. **A7.** *В биологических науках декларируется стереотип архитектуры фрагментов нервной системы, (см. рис. 3), применяемый в качестве основы реализации любого безусловного рефлекса.*



Рис. 3. Принципиальная функциональная схема анализатора (1-2-3), рефлекторной дуги (1-2-3-4-5) и рефлекторного кольца (1-2-3-4-5-6-7-1):

1 – рецептор; 2 – афферентный нервный путь; 3 – центральное звено;
4 – эфферентный нервный путь; 5 – эффектор; 6-7 – канал обратной связи

8. **A8.** *В биологических науках декларируется стереотип реализации архитектуры безусловного рефлекса в формате структурной схемы замкнутой системы автоматического регулирования с жесткими и гибкими, отрицательными и положительными обратными связями (см. рис. 4).*

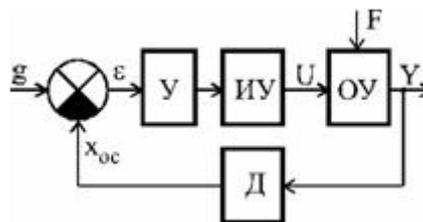


Рис.4. Замкнутая система автоматического регулирования (ЗСАР)

У - усилитель; ИУ - исполнительное устройство; g - задающее воздействие; U - управляющее воздействие; Д – датчик; Y - выходная величина; F - возмущающее воздействие; X_{ос} - сигнал обратной связи; ε – отклонение.

9. **A9.** *Функции центрального звена (см. рис.3) выполняют процессоры аналитических и ассоциативных зон коры больших полушарий головного мозга.*
10. **A10.** *У человека деятельность коры больших полушарий головного мозга обладает наиболее развитой способностью к анализу и синтезу сигналов, поступающих из окружающей и внутренней среды организма.*
11. **A11.** *Аналитическая деятельность коры заключается: в тонком различении (дифференцировке) по характеру и интенсивности действия множества раздражений, действующих на организм и доходящих в форме нервных импульсов до мозговой коры. За счет внутреннего торможения в коре осуществляется **дифференцировка раздражителей по степени их биологической значимости.** Эта дифференцировка и является аналогом операции логического суммирования, которую выполняет процессор аналитической зоны.*
12. **A12.** *Синтетическая деятельность коры проявляется в связывании, объединении возбуждений, возникающих в разных зонах коры, что формирует сложные формы поведения человека. Это связывание и является аналогом операции логического умножения, которую выполняет процессор ассоциативной зоны в коре головного мозга. Нейроны ассоциативной зоны не связаны ни с органами чувств, ни с мышцами, они осуществляют связь между различными областями коры, интегрируя, объединяя все поступающие в кору импульсы в целостные акты научения (чтение, речь, письмо), логического мышления, памяти и обеспечивая возможность целесообразной реакции поведения.*
13. **A13.** *Осознанная деятельность человека реализуется исключительно через его ВПФ сознания, природная функциональность которого (сознания) обеспечивается, во-первых, двумя другими ВПФ:*
- *восприятием,*
 - *памятью;*

во-вторых, способностями коры и подкорки больших полушарий, а также

гиппокампа в сфере функций:

- *кодирования обрабатываемой информации (энграмм);*
 - *ассоциативного поиска информации (энграмм);*
 - *адресации энграмм при записи и считывании;*
 - *синхронизации записи и считывания энграмм;*
 - *преобразования форматов комплексных многомодальных восприятий (бессознательная память) в форматы осознанной информации (гlossы, смыслы);*
 - *логического анализа энграмм, выполняемого в аналитической зоне коры;*
 - *логического синтеза энграмм, выполняемого в ассоциативной зоне коры.*
14. **A14.** *Восприятие, перцепция (от лат. percipitio) — познавательный процесс, формирующий субъективную картину мира. Это психический процесс, заключающийся в отражении в памяти человека предмета или явления в целом при его непосредственном воздействии на рецепторные поверхности органов*

чувств. Восприятие — одна из биологических психических функций, определяющих сложный процесс приёма и преобразования информации, получаемой при помощи органов чувств, формирующий субъективный целостный образ объекта, воздействующего на анализаторы через совокупность ощущений, инициируемых данным объектом. Как форма чувственного отражения предмета, восприятие включает обнаружение объекта как целого, различение отдельных признаков в объекте, выделение в нём информативного содержания, адекватного цели действия, формирование чувственного образа. Восприятие — нечто значительно большее, нежели передача нервной системой нейронных импульсов в определенные участки мозга.

Восприятие также предполагает осознание субъектом самого факта стимулирования и определенные представления о нем, а чтобы это произошло, сначала необходимо ощутить «ввод» сенсорной информации, т. е. испытать ощущение.

Иными словами, восприятие есть процесс осмысления стимуляции сенсорных рецепторов. Есть основания взглянуть на восприятие как на задачу, которая заключается в сосредоточении на сенсорном сигнале, его анализе и интерпретации с целью создания осмысленного представления об окружающем мире.

15. *A15. Память - способность сохранять восприятия и представления после момента переживания; память означает также (образно выражаясь) хранилище.*

Для мыслящего существа после восприятия самым необходимым является память. Память — как одно из основных свойств нервной системы, заключается в способности фиксировать (запоминать), долгое время сохранять информацию о внешнем и внутреннем (телесном и психическом) мире человека, а также многократно извлекать эту информацию в область сознания. Человек запоминает не только те раздражители, которые действуют на него, но и те ощущения, эмоции, которые они вызывают. Только благодаря памяти человек может приобретать, сохранять и использовать индивидуальный опыт. Согласно теории памяти, каждое переживание оставляет памятный след - (энграмму) в больших полушариях мозга, и память может действовать только в том случае, если создается связь между этим следом и новым переживанием. Основой памяти является образование временных нервных связей (следов) на нейрофизиологическом и биохимическом уровнях. В первой — лабильной— фазе удержание следа происходит благодаря реверберации (эхоподобному затуханию) нервных импульсов. В ходе второй — стабильной — фазы сохранение следа осуществляется за счет структурных изменений, возникающих на основе первой фазы: согласно различным данным, такими изменениями являются или рост протоплазматических нервных отростков, или изменения в синаптических окончаниях, в свойствах клеточных мембран или в составе рибонуклеиновых кислот клетки.

Процесс образования сохраняемого памятного следа — энграммы — называется консолидацией. В формировании энграммы принимают участие нейроны ретикулярной формации ствола мозга, черной субстанции, гиппокампа и миндалевидного комплекса, височных и лобных долей больших полушарий. Точно

не известно, в каком виде хранится энграмма. Однако показано, что при обучении (запоминании новой информации) увеличивается число синаптических контактов между нейронами, возрастает число рецепторов к различным медиаторам на мембранах нейронов, усиливается синтез РНК, нейропептидов и белков.

По современным представлениям считается, что в мозге нельзя выделить какую-либо отдельную структуру, в которой хранится энграмма. **Видимо, памятный след сохраняется клетками всего головного мозга.** Сформировавшаяся энграмма какого-либо события очень устойчива и может сохраняться в течение всей человеческой жизни, но извлечение энграммы, то есть воспоминание об этом событии, зачастую может быть сопряжено с большими трудностями.

Память, до определенной степени условно, подразделяется на несколько типов.

Кратковременная память имеет продолжительность несколько секунд. Емкость ее невелика и удерживает только 5-7 предъявленных элементов. В основе этого вида памяти лежит циркуляция нервных импульсов по нейронным сетям.

Долговременная память сохраняет гигантский объем информации в течение всей жизни человека. Все, что содержится в памяти свыше 30 сек, преобразуется в систему долговременной памяти. Особенно хорошо запоминаются события, которые вызывают у человека сильные положительные или отрицательные эмоции (восторг, удовольствие, страх, ненависть и т.п.). “Весь механизм памяти сосредоточен в височных долях серого вещества головного мозга. Сначала увиденная информация по зрительному нерву передается на внешнюю оболочку коры мозга, а затем - в ее внутреннюю область, которая фактически представляет собой "архив" памяти. На это уходит 0,1 секунды. За это время во внутренней области коры происходят электрохимические реакции, которые как бы кодируют полученную информацию, переводят ее в символы, по которым нейроны могут отыскать и выдать обратно нужные "картинки". Они это и делают, когда человек вспоминает: отправляют искомую информацию на поверхность серого вещества, но с гораздо меньшей скоростью - не выше 0,4 секунды. Возможно, эта разница во времени уходит на то, чтобы среди обилия информации отыскать именно ту, которая нужна”. (Валентинов А., humans.ru, 2002)

До сих пор остаются непознанными следующие аспекты функционирования памяти:

- адресация энграмм при записи и считывании;
- синхронизация записи и считывания энграмм;
- преобразование форматов комплексных многомодальных восприятий (бессознательная память) в форматы осознанной информации (глоссы, смыслы).

16. **A16.** *По современным научным знаниям напрямую воздействовать через научение на генетический аппарат невозможно, и, следовательно, природные генетические возможности функциональности человеческого организма изменить невозможно.* А очень хотелось бы не терять накопленный человеком в процессе его жизнедеятельности интеллект и наследовать этот интеллект от предков. Хотя и известно, что психические возможности человека обеспечивает не менее 80% генов всего его генома, а вот как воспользоваться этими генами для упомянутых целей, мировой науке пока не известно. Известно только что в организме человека

функционирует специальный нейроэндокринный аппарат генетической регуляции программы развития. Генетическая основа дифференцировки — избирательная активность определенной части генов из общего набора в клетках разных тканей. В одних клетках функционирует одна группа генов, в других — иные группы. Соответственно, в каждом клеточном типе синтезируются комплексы специфических белков, определяющих структурные и функциональные свойства клеток. Этот феномен получил название *дифференциальной экспрессии (активности) генов*. На этапах эмбрионального и постэмбрионального развития большое значение имеет *гормональная регуляция* роста и дифференцировки. Гормоны (вещества, выделяемые железами внутренней секреции) оказывают воздействие на различные органы и ткани, обуславливают их нормальное развитие, активность генов, формирование пола и размножение организмов. Так, при избыточном образовании гормона роста могут развиваться гиганты двух- и даже трехметровой высоты. В случае же недостаточной секреции этого гормона люди становятся карликами (рост — от 60 до 140 см).

Однако, как осмысленно управлять нейроэндокринным аппаратом генетической регуляции программы развития человека, мировой науке пока не известно.

17. А17. *Завершенных в исследовании и создании, а также проверенных исторической практикой, физиологических моделей для каждой ВПФ пока не существует. А количество гипотетических решений по каждой из моделей настолько велико и противоречиво, что говорить о каком-либо осмысленном выборе одной из гипотез для этой модели пока преждевременно.*

18. А18. *ВПФ сознания реализует перечень, выявленных в процессе исключительно натурального экспериментирования, функциональных возможностей:*

- *Модельного (в виде сенсорных, речевых, письменных, изобразительных, и инженерно-графических образов) субъективного отражения в памяти человека его взаимодействия с реалиями окружающей среды, являющимися составляющими мироздания.*
- *Модельного субъективного отражения в памяти человека, получаемых результатов накопительного познания новых фрагментов мироздания.*
- *Обеспечения генерирования на основе накопленных знаний поведенческих функций, позволяющих человеку:*
 - *адекватно ориентироваться в пространстве и времени мироздания;*
 - *адекватно оценивать статус собственной личности в среде обитания;*
 - *адекватно руководствоваться законами жизнедеятельности в среде обитания;*
 - *обеспечивать во времени системность и целостность законов жизнедеятельности;*
 - *сделать свой труд общественно полезным, связанным с производством, необходимых для жизни общества продуктов труда;*
 - *осуществлять мыслительный диалог с самим собой, который является основой плодотворного мышления этого человека;*

- *Обеспечение интерпретации отражаемых сознанием явлений мироздания в памяти человека, как функциональной информации об этом явлении, но не связанной с субстратом и его свойствами, который выступает в качестве источника этой информации по этому явлению.*
- *Обеспечение интерпретации любой функциональности человеческого организма, как управляемого информационного процесса движения и переработки информации, хранимой в его памяти, исходящей из внешней среды (сенсорной), и приходящей из центров мотивации коры головного мозга.*
- *Обеспечения нижеследующего перечня видов переработки информации:*
 - *кодирования обрабатываемой информации, так называемых следов памяти, нагруженных смыслами слов, предложений, текстов, образов (энграмм);*
 - *ассоциативного поиска информации (энграмм);*
 - *адресации энграмм при записи и считывании;*
 - *синхронизации записи и считывания энграмм;*
 - *преобразования форматов комплексных многомодальных восприятий (бессознательная память) в форматы осознанной информации (гlossы, смыслы);*
 - *логического анализа энграмм, выполняемого в аналитической зоне коры;*
 - *логического синтеза энграмм, выполняемого в ассоциативной зоне коры;*
 - *анализа энграмм, являющихся сенсорными образами мироздания.*
- *Обеспечение возможности передачи другим людям с помощью своего модельного субъективного отражения знаний о мироздании, в том числе и о самом себе.*
- *Обеспечение возможности отвлеченного и обобщенного восприятия предметов, процессов и явлений мироздания, выраженных в понятиях, суждениях и умозаключениях.*
- *Обеспечение возможности абстрактной аналитической и синтетической деятельности коры, проявляющейся в способности делать масштабные обобщения, создавать понятия, открывать действующие в природе законы.*
- *Обеспечение специализации левого полушария коры на логическом мышлении, а правого – на образном мышлении.*
- *Обеспечение возможности понимания процессорами аналитических и ассоциативных зон коры смысла выполняемых операций, так как без понимания этих смыслов необходимая адекватная переработка информации с помощью только формальных операций не возможна. Истинность этого утверждения доказана ещё Гёделем в тридцатые годы 20 столетия, утверждавшим в своей теореме, что нельзя доказать только путём вычислений правильность операций арифметики, например, что $1 + 1 = 2$. Необходимы факты исторической практики, подтверждающие результаты арифметических операций.*

- *Обеспечение целостности утверждения о том, что сознание возбуждается и реализуется группой физиологических процессов, обеспечивающих целенаправленное движение и переработку информации в нейронных сетях центральной и периферической нервной системы, как реакции на возмущения внешней и внутренней среды.*
 - *Обеспечение целостности утверждения о режимах отдыха и нормального функционирования сознания и о правилах переключения этих режимов.*
 - *Обеспечение возможности мысленной имитации функционирования сознания.*
 - *Обеспечение целостности утверждения о том, что именно мозг в целом является носителем и субстратом сознания.*
19. *A19. Адекватная логическая оценка заключительного целевого состояния сознания человека, определяемая конкретным логическим производением аксиом-посылок.*
20. *A20. Эта аксиома является альтернативой A17. Завершены в исследовании и создании, а также проверены исторической практикой физиологические модели для каждой ВПФ.*
21. *A21. Все физиологические модели ВПФ (их больше 50) теснейшим образом связаны между собой узкоспециализированными функциональными компонентами, расположенными в разных структурных компонентах коры головного мозга, и поэтому работают одновременно практически все при реализации каждой из ВПФ. В связи с этим нельзя говорить о наличии уже созданных физиологических моделей по одной, или нескольким ВПФ. Можно говорить только о завершении создания полного комплекса физиологических моделей ВПФ.*
22. *A22. При присутствии в модели A20 взамен A17 адекватная логическая оценка заключительного целевого состояния сознания человека подтверждается вектором состояния физических переменных, функционально полно характеризующих это состояние сознания.*

Формальная модель высшей психической функции сознания

Если аксиомы A1 – A19 и их причинно-следственные отношения между собой и аксиомой A20, отражающей одну из целей моделирования сознания, описать формальным языком логики предикатов первого порядка, то и получится желанная логико-диалектическая модель жизнедеятельности сознания. Так как эта модель покрывает всю функциональность сознания, то с её (модели) помощью можно отражать любые цели познания жизнедеятельности этого сознания, путём замены аксиомы, отражающей эту одну из целей познания

Приступим к процессу описания формальным языком логики предикатов первого порядка жизнедеятельности сознания, отраженной (жизнедеятельности) в контексте статьи с помощью аксиоматического текста A1 – A20.

Заменим аксиому A_z логической функцией, носящей название предиката:

$A1 \equiv p1(X)$, в которой предикатный символ $p1$ нагружен смыслом аксиомы A1, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.

- A2** \equiv **p2(X)**, в которой предикатный символ **p2** нагружен смыслом аксиомы A2, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A3** \equiv **p3(X)**, в которой предикатный символ **p3** нагружен смыслом аксиомы A3, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A4** \equiv **p4(X)**, в которой предикатный символ **p4** нагружен смыслом аксиомы A4, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A5** \equiv **p5(X)**, в которой предикатный символ **p5** нагружен смыслом аксиомы A5, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A6** \equiv **p6(X)**, в которой предикатный символ **p6** нагружен смыслом аксиомы A6, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A7** \equiv **p7(X)**, в которой предикатный символ **p7** нагружен смыслом аксиомы A7, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A8** \equiv **p8(X)**, в которой предикатный символ **p8** нагружен смыслом аксиомы A8, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A9** \equiv **p9(X)**, в которой предикатный символ **p9** нагружен смыслом аксиомы A9, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A10** \equiv **p10(X)**, в которой предикатный символ **p10** нагружен смыслом аксиомы A10, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A11** \equiv **p11(X)**, в которой предикатный символ **p11** нагружен смыслом аксиомы A11, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A12** \equiv **p12(X)**, в которой предикатный символ **p12** нагружен смыслом аксиомы A12, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A13** \equiv **p13(X)**, в которой предикатный символ **p13** нагружен смыслом аксиомы A13, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A14** \equiv **p14(X)**, в которой предикатный символ **p14** нагружен смыслом аксиомы A14, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A15** \equiv **p15(X)**, в которой предикатный символ **p15** нагружен смыслом аксиомы A15, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A16** \equiv **p16(X)**, в которой предикатный символ **p16** нагружен смыслом аксиомы A16, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A17** \equiv **p17(X)**, в которой предикатный символ **p17** нагружен смыслом аксиомы A17, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A18** \equiv **p18(X)**, в которой предикатный символ **p18** нагружен смыслом аксиомы A18, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A19** \equiv **p19(X)**, в которой предикатный символ **p19** нагружен смыслом аксиомы A19, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A20** \equiv **p20(X)**, в которой предикатный символ **p20** нагружен смыслом аксиомы A20, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A21** \equiv **p21(X)**, в которой предикатный символ **p21** нагружен смыслом аксиомы A21, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.
- A22** \equiv **p22(X)**, в которой предикатный символ **p22** нагружен смыслом аксиомы A22, а предметная переменная X идентифицирует человека, о сознании которого идет речь.

На основе аксиом A1 – A22 можно сформулировать такую целевую теорему:

Логическое произведение аксиом-посылок A1 – A16, A18, A20 – A22 обеспечивает адекватную логическую оценку заключительного целевого состояния сознания человека, о которой говорится в аксиоме A19:

$$A1 \wedge A2 \wedge \dots \wedge A16 \wedge A20 \wedge A18 \wedge A21 \wedge A22 \Rightarrow A19.$$

Что в предикатной форме отражается так:

$$(\forall X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p16(X) \wedge p20(X) \wedge p18(X) \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \Rightarrow p19(X)) \quad [1]$$

Понимание физического смысла логических операций (о котором говорится в A18), применяемых при отражении физиологических явлений, например, в формуле [1], достигается путём соединения этой формулы при помощи операции импликации с одной из её интерпретаций, но полученных непременно путём натурального экспериментирования, обязательно с сознанием того человека, для которого применяется формула [1].

В результате формальная логико-диалектическая модель жизнедеятельности сознания человека будет иметь такой вид:

$$\begin{aligned} & ((\forall X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p16(X) \wedge p20(X) \wedge p18(X) \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \\ & \qquad \qquad \qquad \Rightarrow p19(X))) \Rightarrow \\ & ((\exists X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p16(X) \wedge p20(X) \wedge p18(X) \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \\ & \qquad \qquad \qquad \Rightarrow p19(X))) \quad [2] \end{aligned}$$

Формальной она называется потому, что:

описана формальным математическим языком логики предикатов; формальные символы, не соответствующие синтаксису языка логики предикатов первого порядка, запрещены к применению;

постановка задач познания явлений мироздания осуществляется по заранее установленным чётким и однозначным правилам на основе стандартизованных операндов и операций;

преобразование постановки задач к каноническому виду осуществляется с помощью 27, заранее установленных чётких и однозначных, обеспечивающих эквивалентность формул, правил;

решение поставленных задач познания осуществляется с помощью единственного, заранее выбранного, работающего автоматически на основе стандартизованных операндов и операций, стандартизованного алгоритма.

Преобразование модели теоремы к каноническому виду

Если в формуле [2] выражение:

$$((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p16(X) \wedge p20(X) \wedge p18(X) \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \equiv F1(X))$$

заменить формулой $F1(X)$, то формула [2] примет такой вид:

$$(\forall X)(F1(X) \Rightarrow p19(X)) \Rightarrow (\exists X)(F1(X) \Rightarrow p19(X)) \quad [3]$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 формальных правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Два из них выглядят так:

$$(F1(X) \Rightarrow F2(X)) \equiv (\neg F1(X) \vee F2(X))$$

$$(F1(X) \Rightarrow F2(X)) \equiv (F1(X) \wedge \neg F2(X))$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [3] на первом шаге примет такой вид:

$$(\forall X)(\neg F1(X) \vee p21(X)) \Rightarrow (\exists X)(\neg F1(X) \vee p21(X)) \quad [4].$$

А на следующем шаге [4] преобразуется в:

$$(\neg F1(X) \vee p21(X)) \wedge \neg(\neg F1(X) \vee p21(X)) \quad [5].$$

Доказательство теоремы

Формула [5] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов.

Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методология автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.

Следовательно, теорема успешно доказана.

Заключение

Как показывает выполненный в статье системный анализ результатов познания высшей нервной деятельности человека (т.е. его психики), узким местом в этих познаниях на протяжении последних 50 лет остается отражение нейрофизиологического аспекта жизнедеятельности его центральной нервной системы.

Причины заторможенности в этом аспекте познания объясняются отсутствием адекватных фемтоскопических динамических приборных средств, предназначенных для натурального экспериментирования в фемтомире мироздания.

Поэтому в текущее время разрешение проблемы заторможенности в необходимом натурном экспериментировании находится не в головах естествоиспытателей, а в головах государственных чиновников, управляющих развитием науки.

Финансовые средства способны решить эту проблему максимум за пятилетие.

Сама же проблема достойна вложения любых средств, так как важнее нормальной человеческой психики в мировом сообществе ничего другого не существует.

Что же касается высокоэффективных теорий познания, то они никогда не были ведущим звеном в познании новых явлений мироздания. На правильные знания, добытые путём натурального экспериментирования по исследуемому явлению, никогда в истории науки не было проблем с созданием простых, понятных человеку с законченным школьным образованием, прозрачных по отражаемым природным смыслам, красивых и высокоэффективных письменных пособий, предназначенных для углубления познаний по этому явлению **путём вычислительного экспериментирования**, и называемых теориями этого явления.

Однако, даже в этих условиях, теория – это высокое искусство творчества исключительно механизма человеческого сознания, и для его непрерывного совершенствования не должно быть тайн в физиологии его функционирования.

Недостаток средств на обеспечение собственного психического совершенства – это жесткая отрицательная обратная связь, губящая духовность человека.

Литература

1. Физиология человека (учебник для мед. вузов), Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А., под ред. академика РАМН Агаджаняна и профессора Н.А.Циркина, Москва, Мед. книга, Н. Новгород, Издательство НГМА, 2003.
2. П. К. Анохин. Избранные труды. Кибернетика функциональных систем. М., 1998 г.
3. Хомская Е. Д. Нейропсихология: 4-е издание. — СПб.: Питер, 2005. — 496 с.
4. Когнитивная психология. Учебник для вузов / Под ред. В. Н.Дружинина, Д. В. Ушакова — М.: ПЕР СЭ, 2002 — 480 с.
5. Физиология → Мозг и нервная система человека - Борисова И.А. - Иллюстрированный справочник. Год выпуска: 2009. Москва.
6. Кондратенко В.А. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. “Алефа”. 2010 г. - 267стр.
7. Данилова Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. — М., 1989.
8. Симонов П.В. Мотивированный мозг: Высшая нервная деятельность и естественнонаучные основы общей психологии. — М., 1987.
9. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. Физиология. Нейроанатомия. Психология эмоций. — М., 1981.
10. Лурия А.Р. Язык и сознание. — М., 1979.

Кондратенко В.А., Таринская О.Л.

Создание формальной логико-диалектической модели обеспечения организма человека необходимым динамическим балансом минералов

Современная наука требует от естествоиспытателей отражения познанных естественных законов жизнедеятельности всего живого исключительно в математическом формате: так обеспечивается афористический (когда смысл одной формулы эквивалентен смыслу вербального текста, отражённого не менее, чем на 350 страницах) стиль представления новых научных знаний и реализуется самоконтроль адекватности, корректности, достоверности и истинности (при наличии формального теоретического доказательства) новых знаний. По мнению автора, созрели для математизации и знания о роли минералов, их физиологической сущности, сущности их естественного обмена в организме человека. Цель статьи, собственно, и заключается в авторском представлении формальной логико-диалектической модели (ЛДМ) обеспечения организма человека необходимым динамическим балансом минералов.

Так как ЛДМ оригинальна не только по форме, но и по содержанию, то она нуждается в кратком представлении её сущности.

Под **логико-диалектической моделью** (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, **логические отношения** в явлении, т.е. **причинно–следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояния**, выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояния в конкретном явлении отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования **диалектические отношения между переменными состояния**, отражающие: **природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, в условиях **наличия единства и противоречивости**, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении; **природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве; **природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости;

диалектические отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Комплекс знаний о физиологии человека, отражающий роль минералов в организме человека и процесс их обмена

Тело человека состоит: на 60% - из воды, на 34% - из органических веществ, на 6% - из неорганических веществ. Основными химическими элементами, формирующими органические вещества, являются углерод, водород и кислород. Помимо этого, в состав органических веществ входят: азот, фосфор и сера.

В состав неорганических веществ тела человека входят 22 обязательных химических элемента, называемых **минералами**: кальций, фосфор, кислород, натрий, магний, сера, бор, хлор, калий, ванадий, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, молибден, хром, кремний, йод, фтор, селен. **Минералы** разделяют на макроэлементы (массовая доля элемента в организме превышает 10⁻²%), микроэлементы (10⁻³—10⁻⁵%) и ультрамикроэлементы (ниже 10⁻⁵%). Организм нуждается в макроэлементах в больших количествах, тогда как микроэлементы нужны нам в незначительных количествах. Микроэлементы присутствуют в организме человека и животных в низких концентрациях, выражаемых **в микрограммах на 1 г массы тканей**. Эти концентрации в десятки и сотни раз ниже концентраций так называемых макроэлементов (кальций, фосфор, калий, натрий, магний, хлор, сера). Микроэлементы оказывают выраженное взаимное влияние, связанное с их взаимодействием на уровне абсорбции в желудочно-кишечном тракте, транспорта и участия в различных метаболических реакциях. В частности, избыток одного микроэлемента может вызвать дефицит другого. В связи с этим особое значение приобретает тщательная сбалансированность пищевых рационов по их микроэлементному составу, причем всякое отклонение от оптимальных соотношений между отдельными микроэлементами может вести к развитию серьезных патологических сдвигов в организме. Макро- и микроэлементы в отличие от различных органических соединений в организме не синтезируются, их баланс поддерживается исключительно за счет потребляемых в пищу продуктов. В идеальных условиях суточный рацион должен покрывать потребности организма. Но, как показывают исследования, количество элементов в продуктах питания с каждым годом прогрессивно падает. Макро и микроэлементы мы получаем из 3 первоочередных источников: почвы, воздуха и воды. Состав почв влияет на подбор, распределение растений и на их изменчивость под влиянием тех или иных химических соединений или химических элементов, находящихся в почвах. Резкая недостаточность или избыточность содержания какого-либо химического элемента в среде вызывает в пределах данной БП биогеохимические эндемии — заболевания растений, животных и человека. Например, при недостаточности йода в пище — простой зоб у животных и людей, при избыточности селена в почвах — появление ядовитой селеновой флоры и многие другие эндемии. Таким образом, конечный состав микроэлементов в организме

человека зависит от условий окружающей среды и при необходимости может корректироваться либо пищевыми добавками, либо медицинскими препаратами. Учитывая стремительный техногенный процесс, грубо влияющий на окружающую среду, обеднение почв и внедрение генной инженерии в пищевую промышленность, можно объяснить столь прогрессирующее развитие недостатка элементов в продуктах питания как основного их источника для организма человека.

При недостаточном поступлении минеральных компонентов организм может в течение некоторого времени восполнять созданный дефицит путем мобилизации их из тканевых депо, а при избыточном поступлении — повышением выведения. Тканевые депо организма обладают мощными резервами макроэлементов (кальций, магний — костная ткань, калий — мышцы, натрий — кожа и подкожная клетчатка), тогда как резервы микроэлементов в тканях незначительны. Этим и объясняются низкие адаптационные возможности организма к дефициту микроэлементов в пище. В работах российских ученых (В. Я. Русин, В. В. Насолодин) убедительно показано, что обмен важнейших микроэлементов интенсифицируется при серьезных физических нагрузках, а это значит, что и потребность в них, например, у спортсменов, значительно выше по сравнению с другими группами населения. Наиболее изученным из микроэлементов является железо. Потребность в нем организма невелика: 10 мг в сутки для мужчин и 18 мг для женщин. Минералы необходимы для жизнедеятельности организма и принимают участие во многих процессах:

1. дают прочность нашему скелету;
2. соединяют органические структуры (белки и липиды);
3. активизируют ферментные системы;
4. контролируют водный баланс (осмоса и выделения);
5. регулируют кислотно-щелочное равновесие;
6. усиливают эффект нервно-мышечной передачи;
7. взаимодействуют с гормонами, витаминами, другими регуляторами метаболизма.

Доктор Линус Полинг, дважды лауреат Нобелевской премии, утверждает: "Вы можете проследить при каждом заболевании или патологическом состоянии дефицит минералов". Например, следы ванадия играют роль в обмене глюкозы. Из почвы минералы абсорбируются растениями. Растения, которые с пищей попадают в организм, перевариваются и усваиваются вместе с минералами. В настоящее время ученые отмечают истощение почвы во всем мире. Фермерские угодья имеют меньше минералов на 20%, чем сто лет тому назад. Вследствие этого, в растениях снизилось количество минералов. Белая мука теряет 60% кальция, 67,9% меди, 75,6 % железа, 48% молибдена, 15,9% селена, 85,8% магния. Вследствие истощения почвы, наша пища бедна минералами. Недостаток минералов в растениях и продуктах питания определяет недостаток минералов в организме. Поэтому покрыть дефицит минералов мы можем лишь с помощью диетических добавок.

Среди множества микроэлементов в организме всего 9 являются эссенциальными, т.е. их дисбаланс приводит к возникновению клинических симптомов. Все остальные являются неэссенциальными — им характерны определенные биологические функции, но синдромы дефицита неизвестны. Некоторые из них являются составляющими клеток и тканей как результат адаптации к окружающей среде. Эссенциальные микроэлементы: цинк (Zn), йод (I), хром (Cr), кобальт (Co) (как компонент витамина B₁₂), марганец (Mn), молибден (Mo), магний (Mg), медь (Cu), селен (Se) и железо (Fe). Неэссенциальные микроэлементы: бор (B), фосфор (P), никель (Ni), кремний (Si) и ванадий (V). С точки зрения биологической функции элементы могут быть разделены на 2 группы:

1. Кофакторы ферментов (с активирующей, регуляторной и структурно-стабилизирующей функцией). Эссенциальные элементы этой группы: цинк, магний, марганец, молибден, медь и железо.
2. Компоненты молекул (могут быть найдены в костях скелета, системе метаболизма и др.). Эссенциальные элементы этой группы: йод, хром, кобальт и селен.

Микроэлементы участвуют в регуляции большинства жизненных процессов и биохимических реакций в нашем организме. В этом смысле их роль вполне можно сравнить с регуляторной ролью гормонов, а последствия хронического дефицита — с тяжелыми гормональными нарушениями. Правда, если здоровый организм сам способен синтезировать необходимое количество гормонов, то большинство микроэлементов он может получить исключительно с пищей или в виде медицинских препаратов. Любой их дефицит рассматривается как общее преболезненное состояние, из которого могут в дальнейшем развиться самые разные заболевания. Для реализации большинства процессов в организме необходимы огромные затраты энергии и времени. Чтобы сократить эти затраты, в организме существуют эндогенные катализаторы — ферменты. Большинство процессов протекают с их участием. Но для активации ферментов необходимы активаторы — кофакторы, коферменты (от лат. *co* (*sum*) — вместе и *factor* — делающий). Для более, чем 300 из них, коферментами выступают макро- и микроэлементы. А некоторые ферменты содержат микроэлементы как неотъемлемый компонент своей структуры. Схематически реакции организма можно представить следующим образом: субстрат + фермент + микроэлемент-активатор (кофермент) = реакция. Т.е. при отсутствии микроэлемента реакция либо невозможна, либо она будет протекать, но с огромными затратами энергии и времени. Дефицит микроэлементов может быть обусловлен в основном тремя факторами: недостаточным их усвоением, повышенным потреблением в физиологических и патологических реакциях организма, повышенными потерями. Недостаточное потребление чаще всего обусловлено снижением концентрации микроэлементов в продуктах питания, сниженным всасыванием в ЖКТ (различные заболевания и возрастные изменения в ЖКТ). Повышенное потребление микроэлементов характерно для спортсменов в период интенсивных физических нагрузок, детей в период интенсивного роста и пубертатного периода, людей пожилого возраста, беременных женщин, при любых заболеваниях в связи с активацией иммунологических реакций и реакций, направленных на сохранение гомеостаза. Повышенные потери микроэлементов возникают у спортсменов (с потом), при заболеваниях, сопровождающихся экзикозом, лихорадкой (потери с потом) и т.д. Из вышесказанного видно, что период заболевания может обуславливать все три фактора дефицита микроэлементов. Залог здоровья — крепкий иммунитет, фундамент иммунитета — макро- и микроэлементы. По причине того, что иммунная система должна мгновенно реагировать на изменения внутренней среды организма и постоянно поддерживать свой потенциал, она является самой требовательной к скорости протекания своих реакций, а значит, и к балансу микроэлементов. Поскольку большинство процессов иммунной

системы также ферментативно зависимы (синтез иммуноглобулинов, цитокинов, процессы фагоцитоза), то отсутствие либо недостаток макро- и микроэлементов может привести к тому, что патологические процессы будут протекать быстрее, чем реакции иммунной системы, т.е. она не сможет оперативно реагировать на проникновение антигена в организм. Кроме того, процессы детоксикации и связывания свободных радикалов также невозможны без наличия достаточного уровня микроэлементов. По современной классификации минералы по действию на иммунную систему делятся:

— на эссенциальные для иммунной системы: Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn, Li;

— иммуотоксичные : Al, As, B, Ni, Cd, Pb, Hg, Be, Vi, Tl, Ge, Au, Sn и др .

И несколько слов о роли основных макро- и микроэлементов в организме человека.

Натрий. Суточная потребность взрослого здорового человека в этом элементе составляет 4—6 г. Натрий поддерживает осмотическое давление крови, при повышенном поступлении способствует выведению из организма калия, участвует в водном обмене и многих биохимических реакциях. Повышенное потребление натрия вызывает накопление жидкости в организме, отеки и повышает кровяное давление. В рационе людей, проживающих в индустриально развитых странах, содержание натрия обычно повышено. При этом с продуктами питания поступает около 7 г натрия, а в качестве пищевой добавки при приготовлении пищи — от 6 до 18 г. В качестве профилактики развития гипертонической болезни дополнительное потребление натрия в составе суточного рациона не рекомендуется.

Калий. Суточная потребность взрослого здорового человека в калие составляет 3—5 г. Это антагонист натрия, основной внутриклеточный элемент. Он способствует выведению из организма жидкости. Необходим для мышечных сокращений, участвует в процессах, обеспечивающих проведение нервных импульсов, корректирует щелочной баланс крови и тканевой жидкости, участвует в реакциях обмена веществ, например превращении глюкозы в гликоген. Он также принимает участие в регуляции ритма сердца. В клинической практике калий применяют при сердечно-сосудистой недостаточности, нарушениях сердечного ритма, при приеме диуретических средств.

Магний. Суточная потребность взрослого здорового человека составляет 400 мг. Магний участвует в обмене фосфора, способствует снижению давления крови. Во время климакса у женщин магний помогает свести к минимуму отрицательные проявления этого состояния. Должен поступать в организм в определенном соотношении с кальцием. Оно должно быть 1: 0,7 (Ca: Mg).

Фосфор. Суточная потребность здорового взрослого человека составляет 1,2 г. Это один из основных компонентов костной ткани. Фосфор необходим также для реакции энергетического обмена, он положительно влияет на либидо, участвует в большинстве метаболических реакций, включая такие, как образование нуклеопротеинов, которые отвечают за деление клеток и воспроизводство потомства. Этот элемент должен поступать в организм в определенном соотношении с кальцием. Оптимальным соотношением этих элементов принято считать 1:1,5 (Ca: P).

Кальций. Суточная потребность взрослого здорового человека составляет около 1 г. Кальций — главный элемент костной ткани. Он также участвует в регуляции проницаемости клеточных мембран, оказывает действие, противоположное натрию. Кальций участвует в механизмах свертывания крови, оказывает антистрессовый эффект. Он способствует выведению из организма солей тяжелых металлов и радионуклидов, проявляет антиоксидантный эффект, обладает антиаллергическим действием, является

пробиотиком, выполняет антиоксидантные функции. Дефицит кальция может провоцировать развитие гипертонических кризов, токсикозов при беременности, повышение уровня холестерина в крови, развитие остеопорозов, снижает механическую прочность костей. В организм должен поступать в определенном соотношении с фосфором. >>>

Цинк. Суточная потребность взрослого здорового человека в цинке составляет 15 мг. В настоящее время установлено участие цинка в формировании иммунитета и поддержании функции мужских половых желез (он является составной частью мужского полового гормона дигидрокситестостерона). Вероятно поэтому в наибольшем количестве он содержится в тканях тестикул и шишковидной железы, которая также имеет прямое отношение к реализации сексуальной функции мужчин и женщин. Цинк также входит в состав большого количества ферментов, обеспечивающих обмен веществ, например, катализирующих метаболизм нуклеиновых кислот, обеспечивающих реализацию биологического действия витаминов А и фолиевой кислоты (кровообразование). Учитывая большое значение цинка в обмене веществ, его длительный дефицит в рационе может привести к развитию многих заболеваний: бесплодию, потере сексуальной активности (половому инфантилизму), снижению иммунитета, кожным заболеваниям, развитию анемий; дефицит цинка усиливает рост опухолей, нарушает рост волос и ногтей. Установлено, например, что появление белых пятен на ногтях в большинстве случаев возникает из-за дефицита этого минерального элемента. Поддерживает функцию вилочковой железы (синтез Т-лимфоцитов)

Железо. Суточная потребность взрослого человека в железе составляет 1-2 мг. С пищей же его должно поступать не менее 10—15 мг, так как оно плохо усваивается (обычно на уровне 10—20%). Железо является основным элементом гемоглобина и миоглобина, придает красный цвет мясу. Железо входит в состав целого ряда ферментов — катализаторов окислительно-восстановительных процессов. С дефицитом железа связывают широкое распространение анемии, особенно у беременных женщин. Железо и медь обладают синергическим действием.

Медь. Суточная потребность организма в меди: 30 мкг/кг — для взрослых, 80 мкг/кг — для детей раннего возраста, 40 мкг/кг — для детей старшего возраста. Медь участвует в кроветворении и большом числе реакций обмена веществ, являясь составной частью многих ферментов. Потребность в меди возрастает при воспалительных заболеваниях и склонности человека к болезням суставов. Медь, цинк и железо оказывают синергическое действие друг на друга. Поэтому при ликвидации дефицита одного из этих микроэлементов важно учитывать их синергические свойства и включать в рацион питания источники двух других.

Марганец. Суточная потребность взрослого человека в марганце 2—3 мг. С пищей же (учитывая усваиваемость) его должно поступать 5—10 мг. Как и другие микроэлементы, марганец участвует во всех видах обмена веществ, активизируя функцию многих ферментов. Особое значение марганец имеет в реализации функции половых желез, опорно-двигательного аппарата, нервной системы. Считается, что он может оказывать профилактическое действие в отношении развития недостаточности венечных артерий сердца, диабета, патологии щитовидной железы, нарушений углеводного и липидного обмена. С возрастом усваиваемость марганца снижается, поэтому после 50 лет возможно возникновение дефицита этого микроэлемента.

Молибден. Суточный прием взрослым человеком — около 150 мкг. Входит в состав ряда ферментов, участвующих в детоксикации чужеродных для организма веществ. Способствует задерживанию в организме фтора и таким образом препятствует развитию кариеса, а также метаболизма железа в печени. Важнейшей функцией молибдена принято считать способность ускорять распад пуринов и выводить из организма мочевую кислоту, что при оптимальном его поступлении в организм способствует профилактике развития подагры. Однако при избыточном поступлении молибдена в организм может развиваться

"молибденовая подагра", на что следует обращать внимание при приеме препаратов, содержащих этот микроэлемент. Его суточное количество не должно превышать рекомендуемую дозу.

Кобальт. Ежедневный прием для взрослого человека в среднем составляет около 8 мкг. Кобальт входит в состав витамина В12, участвует в обмене жирных кислот, в углеводном обмене и реализации функции фолиевой кислоты. Основное его биологическое действие — помогает синтезировать гемоглобин.

Хром. Ориентировочная потребность взрослого человека в данном микроэлементе 100—200 мкг. Биологическую активность для человека проявляет только трехвалентный хром. Он способствует поддержанию уровня сахара в крови, профилактике атеросклероза и сердечно-сосудистых нарушений, снижает уровень содержания в крови холестерина. Согласно опубликованным данным, африканцы имеют в организме вдвое больше, жители Ближнего Востока — почти в 4,5 раза больше, а стран Азии — в 5 раз больше хрома, чем жители западных стран. Считается, что это одна из причин того, что на Востоке гораздо меньше распространены дегенеративные заболевания, которые характерны для жителей Запада.

Селен. Потребность взрослого человека — 150—200 мкг. Обладает выраженными антиоксидантными свойствами, что позволяет использовать этот микроэлемент для профилактики онкологических заболеваний, провоцируемых химическими воздействиями и радиацией. Селен стимулирует образование антител и тем самым повышает защиту организма от инфекционных и простудных заболеваний. Участвует в выработке эритроцитов, способствует поддержанию и продлению сексуальной активности. Почти половина селена, содержащегося в мужском организме, находится в семенных канальцах яичек. Он теряется с эякулятом. Поэтому для мужчин, ведущих активную сексуальную жизнь, потребность в этом микроэлементе выше, чем у женщин. Активность селена повышается в присутствии другого антиоксиданта — витамина Е. В районах, где потребление селена недостаточно, отмечается рост раковых заболеваний. Рацион населения индустриально развитых стран беден этим микроэлементом, поэтому требуются дополнительные его источники.

Йод. Суточная потребность взрослого человека составляет 200 мкг. Йод необходим для нормального функционирования щитовидной железы, входит в состав ее гормонов (тироксина, трийодтиронина). При недостатке йода развиваются эндемический зоб, кретинизм.

Кремний. Суточная потребность взрослого человека в этом микроэлементе составляет предположительно 20—40 мг. Считают, что он принимает участие в реакциях, обеспечивающих плотность структуры волокнистых тканей, придавая им упругость. Особое значение имеет для формирования структуры кожи, волос, ногтей.

Ванадий. Суточная потребность взрослого человека не определена, но установлено, что в среднем в хорошо сбалансированном рационе населения (по данным США) ванадий составляет 20—30 мкг. Современные исследования доказали, что сульфат Ванадия благотворно влияет на обе формы диабета инсулин зависимую (тип 1) и инсулин независимую (тип 2). Предполагают, что он участвует в обмене жиров и углеводов, у молодых людей сдерживает образование холестерина и снижает содержание в крови липидов, а также препятствует развитию кариеса, способствуя минерализации зубов и их сохранению.

Сера. Суточная потребность взрослого здорового человека — около 850 мг. Сера содержится в антинеуралгическом витамине В1 (тиамине). Особенно богаты серой поверхностные слои кожи, в них сера содержится в кератине и меланине. Меланин - пигмент предохраняющий нижние слои кожи от ультрафиолетового излучения (в виде загара). Повышает устойчивость к радиоизлучениям, токсинам, участвует в образовании инсулина, способствует восстановлению ДНК.

Бор. Организм взрослого человека содержит около 20 мг бора. Суточная потребность в боре взрослого человека составляет около 1 мг. Более половины общего количества бора находится в костных тканях, также бор содержится в печени, почках, легких, селезенке, мышцах, нервной ткани и головном мозге, крови и жировой клетчатке. Бор в организме человека выполняет ряд функций: улучшает структуру костного скелета, улучшает обмен кальция, фосфора, фтора, цинка и магния влияет также на преобразование в организме витамина Д.

Способы количественного контроля наличия минералов в тканях организма человека

Рентгено - флуоресцентный анализ - один из самых современных спектроскопических методов исследования вещества с целью изучения его элементного состава. Используя спектрометр Elvax CEP-01 можно получить точные данные о содержании химических элементов в различных средах.

Рентгено - флуоресцентный анализ плазмы крови по стандартной методике покрывает, в том числе, и выявление количественных характеристик, содержащегося в ней набора основных минералов (28 шт.), присутствующих в крови в текущий момент (см. Таблицу №1).

Таблица №1

Нормы содержания макро, микроэлементов и тяжелых металлов в плазме крови человека		
Элемент	min,мкг/мл	max, мкг/мл
K	140	207
Ca	90	110
Cl	3400	3800
S	1050	1200
Fe	0.6	1.6
Zn	0.7	1.2
Cu	1.3	16
Mn	0.04	0.16
Se	0.07	0.15
Cr	0.03	0.12
I	0.04	0.08
Mo	0.003	0.07
Co	0.001	0.04
Ni	0.02	0.33
Sn	0.1	0.14
As	0.02	0.2
Bi	0.01	0.4
Ag	0.01	0.024
Pb	0.05	0.2
Rb	0.05	5
W	0.1	0.7
Hg	0.01	0.05
Cd	0.01	0.027

Zr	0.01	0.04
Br	50	1500
Ti	0.023	0.7
Sr	0.039	0.15
Sb	0	0.1

Такие элементы как: K, Ca, Cl, S, Fe, Zn, Cu, Mn, Se, Cr, Ni, Sn, As, Bi, Pb, Rb, W, Br, Ti, Sr – определяются в пределах нормальных значений. Такие элементы как: Mo, Co, Ag, Hg, Cd, Zr, Sb – определяются только избыточные количества. Рентгено - флуоресцентный анализ плазмы крови, как правило, сопровождается замером минералов в моче с помощью того же рф-анализа. Т.о. анализы крови и мочи это одномоментный фотокадр — о наличии минералов в определенный момент времени.

Рентгено - флуоресцентный анализ ткани волос на содержание минералов (**МАВ-диагностика**) представляет собой исследование содержания «полезных» и «вредных» химических элементов в организме человека, ограничиваясь лишь тканью волос. Адекватность и корректность метода имеет научное обоснование. Основное отличие рф-анализа плазмы крови от анализа волос заключается в том, что кровь - это динамическая среда, показатели которой изменяются в течении суток, поэтому определение минералов в плазме крови позволяет обнаружить их дефицит или избыток в текущем времени. Анализ волос дает информацию о распределении микроэлементов на тканевом уровне, полученные результаты будут отображать **макро- микроэлементный портрет организма в среднем за три месяца**. Перечень минералов при МАВ-диагностике не отличается от перечня минералов при рф-анализе плазмы крови, но количественные показатели минералов отличаются очень сильно. Например (сравните нижеследующую таблицу МАВ-диагностики с предшествующей таблицей рф-анализа плазмы крови):

Ca-	мкг/г	(мин.норма-300	макс.-700)
Zn-		(120	-200)
K-		(70	-170)
I-		(0.4	-4.0)
Fe-		(15	-35)
Cu-		(9.0	-30)
Br-		(2.0	-12)
Cl-		(60	-560)
Sr		(0.0	-3.0)

Вообще не понятно, откуда два существующих в Киеве центра МАВ-диагностики взяли нормативы на минералы в тканях организма человека при отсутствии единых принятых в мире норм (например, норм ВОЗ) содержания минералов в волосах. У разных людей при разном образе жизни их содержание также может сильно отличаться – утверждают эксперты-трихологи. Эти центры в каждом результате МАВ-диагностики для каждого из всех 28 минералов указывают диапазон нормативных значений. Однако, несмотря на отмеченный только что парадокс, всё ж имеется теоретический фундамент для создания формальной логико-диалектической модели обеспечения организма человека необходимым комплексом минералов, при условии, что с чьей-то подачи нормативные показатели содержания минералов в волосах будут утверждены Минздравом Украины. А пока можно пользоваться результатами анализа плазмы крови по стандартной методике с целью получения формальной логико-диалектической модели обеспечения организма человека необходимым динамическим балансом минералов. Более достоверными об

активности ЩЗ (щитовидной железы) являются замеры в крови двух гормонов — Т4 и Т3, образующихся в клетке с использованием минерала йода. В связи с этим Dr. Broda Barnes предложил практически удобный тест для предварительной оценки работы нашей ЩЗ (Basal Body Temperature Test): в течение 5-ти дней, по утрам после пробуждения, не вставая, замеряется температура тела (подмышкой, 10 мин.). Показатели в пределах $36,5^{\circ}\text{C}$ — $36,8^{\circ}\text{C}$ определяют нормальную функцию ЩЗ. Показатель ниже $36,5^{\circ}\text{C}$ может указывать на гипofункцию (недостаточную активность) ЩЗ, а выше $36,8^{\circ}\text{C}$ — на ее гиперфункцию (чрезмерную активность). Эти замеры могут служить сигналом к необходимости тщательного обследования функции ЩЗ.

Формулы логико-диалектической модели обеспечения организма человека необходимым динамическим балансом минералов

Определение предикатов модели, являющихся операндами модели, т.е. логическими переменными, функционально полно характеризующими каждое допустимое Природой динамическое состояние исследуемой системы (см. Таблицу №1):

1. $pr1(X, K = (140 - 207) \text{ мкг/мл})$ – у человека X содержание калия в одном миллилитре плазмы крови находится в диапазоне 140 – 207 мкг.
2. $pr2(X, Ca = (90 - 110) \text{ мкг/мл})$ – у человека X содержание кальция в одном миллилитре плазмы крови находится в диапазоне 90 – 110 мкг.
3. $pr3(X, Cl = (3400 - 3800) \text{ мкг/мл})$ – у человека X содержание хлора в одном миллилитре плазмы крови находится в диапазоне 3400 – 3800 мкг.
- .
- .
- .
14. $pr14(X, Ni = (0.02 - 0.33) \text{ мкг/мл})$ – у человека X содержание никеля в одном миллилитре плазмы крови находится в диапазоне 0.02 – 0.33 мкг.
- .
- .
- .
26. $pr26(X, Ti = (0.023 - 0.7) \text{ мкг/мл})$ – у человека X содержание титана в одном миллилитре плазмы крови находится в диапазоне 0.023 – 0.7 мкг.
27. $pr27(X, Sr = (0.039 - 0.15) \text{ мкг/мл})$ – у человека X содержание стронция в одном миллилитре плазмы крови находится в диапазоне 0.039 – 0.15 мкг.
28. $pr28(X, Sb = (0.0 - 0.1) \text{ мкг/мл})$ – у человека X содержание сурьмы в одном миллилитре плазмы крови находится в диапазоне 0.0 – 0.1 мкг.
29. $pr29(X, A)$ – организм человека X находится в потенциально благополучном состоянии A, так как обеспечен необходимым динамическим балансом минералов.
30. $pr30(X, B)$ – организм человека X находится в потенциально неблагополучном состоянии B, так как не обеспечен необходимым динамическим балансом минералов.

Очевидно, что в случае истинности каждого из предикатов в перечне №1 – № 29, которым присваивается статус аксиом, подтвержденных исторической практикой, в теории логики предикатов первого порядка, истинной окажется не только конъюнкция этих предикатов, но и утверждение логического следствия, составленное из этих предикатов:

Из истинности конъюнкции предикатов №1 – №28 логически следует выводимость истинного значения предиката №29.

Как теорема это утверждение будет звучать так: *Если все 28 стандартных минералов присутствуют в организме человека X в нормативных количествах, то организм человека X находится в потенциально благополучном состоянии A.*

Формульный вариант этого утверждения будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned}
 & (\forall X)((\text{pr1}(X, K = (140 - 207) \text{ мкг/мл}) \wedge \text{pr2}(X, Ca = (90 - 110) \text{ мкг/мл}) \\
 & \wedge \text{pr3}(X, Cl = (3400 - 3800) \text{ мкг/мл}) \wedge \dots \wedge \text{pr14}(X, Ni = (0.02 - 0.33) \text{ мкг/мл}) \\
 & \wedge \dots \wedge \text{pr26}(X, Ti = (0.023 - 0.7) \text{ мкг/мл}) \wedge \text{pr27}(X, Sr = (0.039 - 0.15) \text{ мкг/мл}) \\
 & \wedge \text{pr28}(X, Sb = (0.0 - 0.1) \text{ мкг/мл})) \Rightarrow \text{pr29}(X, A)) \quad [1]
 \end{aligned}$$

На формульном варианте истинность сформулированной теоремы очень просто доказывается с помощью методологии формального автоматического доказательства теорем в формальных теориях, отражаемых с помощью языка логики предикатов первого порядка. Для этого формула [1] представляется в стандартном виде, характеризуемом дополнением её одной из интерпретаций этой формулы, проверенной исторической практикой.

$$\begin{aligned}
 & (\forall X)((\text{pr1}(**) \wedge \text{pr2}(**) \wedge \text{pr3}(**) \wedge \dots \wedge \text{pr14}(**) \wedge \dots \wedge \text{pr26}(**) \wedge \\
 & \quad \wedge \text{pr27}(**) \wedge \text{pr28}(**)) \Rightarrow \text{pr29}(**)) \Rightarrow \\
 & (\exists X)((\text{pr1}(**) \wedge \text{pr2}(**) \wedge \text{pr3}(**) \wedge \dots \wedge \text{pr14}(**) \wedge \dots \wedge \text{pr26}(**) \wedge \\
 & \quad \wedge \text{pr27}(**) \wedge \text{pr28}(**)) \Rightarrow \text{pr29}(**)) \quad [2]
 \end{aligned}$$

В соответствии с теорией автоматического доказательства теорем, собственно доказательство будет выглядеть следующим образом.

Для того чтобы существенно сократить количество формальных символов в формуле [2] обозначим идентификатором F_1 , формулу:

$$(\text{pr1}(**) \wedge \text{pr2}(**) \wedge \text{pr3}(**) \wedge \dots \wedge \text{pr14}(**) \wedge \dots \wedge \text{pr26}(**) \wedge \text{pr27}(**) \wedge \text{pr28}(**))$$

Тогда формула [2] примет новый вид:

$$(\forall X)(\neg F_1 \vee \text{pr29}(**)) \Rightarrow (\exists X)(\neg F_1 \vee \text{pr29}(**)) \quad [3]$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Два из них выглядят так:

$$\begin{aligned}
 (F_1(X) \Rightarrow F_2(X)) & \equiv (\neg F_1(X) \vee F_2(X)) \\
 (F_1(X) \Rightarrow F_2(X)) & \equiv (F_1(X) \wedge \neg F_2(X))
 \end{aligned}$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [3] примет такой вид:

$$(\neg F_1 \vee \text{pr29}(**)) \wedge \neg(\neg F_1 \vee \text{pr29}(**)) \quad [4]$$

Формула [4] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов.

Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методика автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.

Следовательно, теорема успешно доказана.

Заключение

Как видно из доказательства, в теореме речь идет лишь об установлении факта нахождения организма человека X в потенциально благополучном состоянии A с точки зрения динамического баланса минералов. Однако если естествоиспытателями будут созданы корректные рекомендации по регулированию соотношений между нормативными показателями по конкретным минералам с целью повышения уровня здоровья пациентов, то рассматриваемая математическая модель останется неизменной, но будет дополнена формулами, отражающими смысл соотношений между минералами.

Литература

3. В.А. Кондратенко. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. "Алефа". 2010 г. -267 стр.
4. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скальная М.Г., Громова О.А. Иммунофармакология микроэлементов. — М.: КМК, 2000. — 576 с.
5. Губский Ю.И.- Биологическая химия - К.: Укрмедкнига, 2000 г.
6. Фролов Д.Г. Курс коллоидной химии. М., 1989.

Создание формальной логико-диалектической модели иммунной системы человека

Современная наука требует от естествоиспытателей отражения познанных естественных законов жизнедеятельности всего живого исключительно в математическом формате: так обеспечивается афористический (когда смысл одной формулы эквивалентен смыслу вербального текста, отражённого не менее чем на 350 страницах) стиль представления новых научных знаний и реализуется самоконтроль адекватности, корректности, достоверности и истинности (при наличии формального теоретического доказательства) новых знаний. По мнению автора, созрели для математизации и знания о роли иммунной системы в жизнедеятельности организма человека. Цель статьи, собственно, и заключается в авторском представлении формальной логико-диалектической модели (ЛДМ) иммунной системы человека.

Так как ЛДМ оригинальна не только по форме, но и по содержанию, то она нуждается в кратком представлении её сущности.

Под **логико-диалектической моделью** (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно–следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями, выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояниями в конкретном явлении отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления,

в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛДМ в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости;

диалектические отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Комплекс знаний о физиологии человека, отражающий роль иммунной системы в его жизнедеятельности

Иммунология — (от лат. *immunis* - свободный, освобожденный, избавленный от чего-либо + греч. λόγος - знание) - медико-биологическая наука, изучающая реакции организма на чужеродные структуры (антигены), механизмы этих реакций, их проявления, течение и исход в норме и патологии, разрабатывающая методы исследования и лечения, основанные на этих реакциях.

Функциональность иммунной системы

Иммунная система человека объединяет органы и ткани, которые защищают организм от заболеваний, идентифицируя и уничтожая опухолевые клетки и патогены. Иммунная система распознает множество разнообразных возбудителей: от вирусов до паразитических червей - и отличает их от биомолекул собственных клеток. Распознавание возбудителей усложняется их адаптацией и эволюционным развитием новых методов успешного инфицирования организма-хозяина. Конечной целью иммунной системы является уничтожение чужеродного агента, которым может оказаться болезнетворный микроорганизм, инородное тело, ядовитое вещество или переродившаяся клетка самого организма. Этим достигается биологическая индивидуальность организма. В иммунной системе человека существует множество способов обнаружения и удаления чужеродных агентов, этот процесс называется иммунным ответом. Все формы иммунного ответа можно разделить на приобретённые и врождённые реакции. Основное различие между ними в том, что приобретённый иммунитет высокоспецифичен по отношению к конкретному типу антигенов и позволяет быстрее и эффективнее уничтожать их при повторном столкновении. Антигенами называют вызывающие специфические реакции организма молекулы, воспринимаемые как чужеродные агенты. Например, у перенёсших ветрянку, корь, дифтерию людей часто возникает пожизненный иммунитет к этим заболеваниям. В случае аутоиммунных реакций антигеном может служить молекула, произведенная самим организмом.

Эволюция иммунных механизмов

Защитные механизмы, направленные на распознавание и обезвреживание возбудителей, существуют даже у прокариот.

Например, ряд бактерий обладает ферментными системами, которые предотвращают заражение бактерии вирусом.

Другие базовые иммунные механизмы развились в процессе эволюции у древних эукариот и сохранились у их современных потомков, в том числе, у растений и животных. К таким механизмам относятся антимикробные пептиды, называемые дефенсинами, рецепторы распознавания специфических последовательностей и система комплемента.

Короткие фрагменты РНК, которые избирательно синтезируются только в клетках половых органов (открыты в 2000-х годах), способны подавлять активность

транспозонов (могут вызывать мутации при перемещении по геному) и передаются по материнской линии потомству. Потомство дрозофил получает в комплексе с ДНК такой молекулярный переключатель, который подавляет активность вредных генетических элементов.

Более сложные механизмы развились относительно недавно, в ходе эволюции позвоночных.

Иммунная система у позвоночных (например, у человека) состоит из множества видов белков, клеток, органов и тканей, взаимодействия между которыми сложны и динамичны. Благодаря такой усовершенствованной иммунной реакции система позвоночных со временем приспособливается, и распознавание конкретных чужеродных веществ или клеток становится более эффективным. В процессе адаптации создается иммунологическая память, которая позволяет ещё более эффективно защищать организм при следующей встрече с этими возбудителями. Такой вид приобретённого иммунитета лежит в основе методик вакцинации.

У теплокровных организмов сохранение гомеостаза уже обеспечивается двумя иммунными механизмами (разными по времени эволюционного появления): температура (общее воздействие) и антитела (избирательное воздействие).

Морфология иммунной системы

Иммунная система человека и других позвоночных – это комплекс органов и клеток, способных выполнять иммунологические функции. Прежде всего иммунный ответ осуществляют **лейкоциты**. В большинстве своём клетки иммунной системы порождаются кроветворными тканями. У взрослых людей развитие этих клеток начинается в костном мозге. Лишь Т-лимфоциты дифференцируются внутри тимуса (вилочковой железы). Зрелые клетки расселяются в лимфоидных органах и на границах с окружающей средой, около кожи или на слизистых оболочках.

Различают центральные и периферические органы иммунной системы. К центральным органам относятся костный мозг и тимус, к периферическим – селезенка, лимфатические узлы, лимфоидная ткань кишок, миндалин и других органов, кровь. Все клетки иммунной системы (**лимфоциты**) являются высокоспециализированными, их поставщиком служит костный мозг, из стволовых клеток которого дифференцируются все формы лимфоцитов, так же как и макрофаги, микрофаги, эритроциты, тромбоциты крови.

Важнейшим органом иммунной системы является вилочковая железа (тимус). Под влиянием гормонов тимуса стволовые клетки тимуса дифференцируются в тимусзависимые клетки (или Т-лимфоциты): **они обеспечивают клеточные функции иммунной системы**. Помимо Т-клеток, тимус секретирует в кровь гуморальные вещества, способствующие созреванию Т-лимфоцитов в периферических лимфатических органах (селезенке, лимфоузлах), и некоторые другие вещества. **Селезенка** имеет структуру, сходную со структурой вилочковой железы, но в отличие от тимуса лимфоидная ткань селезенки участвует в иммунных реакциях гуморального типа. В селезенке содержится до 65 % В-лимфоцитов, которые обеспечивают накопление большого количества плазматических клеток, синтезирующих антитела. Лимфатические узлы содержат преимущественно Т-лимфоциты (до 65 %), а В-лимфоциты, плазматические клетки (происходят от В-лимфоцитов) синтезируют антитела, когда иммунная система только созревает, особенно у детей первых лет жизни. Поэтому удаление миндалин (тонзилэктомия), произведенное в раннем возрасте, снижает способность организма к синтезу некоторых антител. Кровь относится к периферическим тканям иммунной системы и содержит, кроме фагоцитов, до 30 % лимфоцитов. Среди лимфоцитов преобладают Т-лимфоциты (50–60 %). В-лимфоциты составляют 20–30 %, около 10 % приходится на киллеры, или «нуль-лимфоциты», не имеющие свойств Т- и В-лимфоцитов (Д-клетки).

Т-лимфоциты образуют три основные субпопуляции:

1) Т-киллеры осуществляют иммунологический генетический надзор, разрушая мутированные клетки собственного организма, в том числе и опухолевые, и генетически чужеродные клетки трансплантатов. Т-киллеры составляют до 10 % Т-лимфоцитов периферической крови. Именно Т-киллеры своим воздействием вызывают отторжение пересаженных тканей, но это и первая линия защиты организма от опухолевых клеток;

2) Т-хелперы организуют иммунный ответ, воздействуя на В-лимфоциты и давая сигнал для синтеза антител против появившегося в организме антигена. Т-хелперы секретируют интерлейкин-2, воздействующий на В-лимфоциты, и интерферон. Их в периферической крови до 60–70 % общего числа Т-лимфоцитов;

3) Т-супрессоры ограничивают силу иммунного ответа, контролируют активность Т-киллеров, блокируют деятельность Т-хелперов и В-лимфоцитов, подавляя избыточный синтез антител, которые могут вызывать аутоиммунную реакцию, т. е. обратиться против собственных клеток организма. Т-супрессоры составляют 18–20 % Т-лимфоцитов периферической крови. Избыточная активность Т-супрессоров может привести к угнетению иммунного ответа вплоть до его полного подавления. Это бывает при хронических инфекциях и опухолевых процессах. В то же время недостаточная деятельность Т-супрессоров приводит к развитию аутоиммунных заболеваний в связи с повышенной активностью Т-киллеров и Т-хелперов, не сдерживаемых Т-супрессорами. Для регулирования иммунного процесса Т-супрессоры секретируют до 20 различных медиаторов, ускоряющих или замедляющих активность Т- и В-лимфоцитов. Кроме трех основных видов, существуют и другие виды Т-лимфоцитов, в том числе Т-лимфоциты иммунологической памяти, сохраняющие и передающие информацию об антигене. При повторной встрече с этим антигеном они обеспечивают его распознавание и тип иммунологического ответа. **Т-лимфоциты, выполняя функцию клеточного иммунитета, кроме того, синтезируют и секретируют медиаторы (лимфокины), которые активизируют или замедляют деятельность фагоцитов, а также медиаторы с цитотоксическим и интерфероподобным действиями, облегчая и направляя действие неспецифической системы.**

Клеточное звено иммунного статуса в норме особенно эффективно против грибов, паразитов, внутриклеточных инфекций, раковых клеток. Его защитные реакции происходят в клетках лимфоидной системы, и обеспечиваются Т-лимфоцитами. Когда чужеродное вещество попадает в организм, распознающие его Т-клетки должны активироваться и запустить процесс, в ходе которого чужеродное вещество уничтожается. **Некоторые популяции Т-лимфоцитов активно вмешиваются и в гуморальный иммунитет**, или стимулируя синтез антител В-клетками (Т-хелперы), или подавляя их продукцию (Т-супрессоры).

Другой тип лимфоцитов (**В-лимфоциты**) дифференцируется в костном мозге и групповых лимфатических фолликулах и **выполняет функцию гуморального иммунитета**. При взаимодействии с антигенами В-лимфоциты изменяются в плазмоциты, синтезирующие антитела (**иммуноглобулины**). На поверхности В-лимфоцита может содержаться от 50 до 150 тыс. молекул иммуноглобулинов. По мере созревания В-лимфоциты изменяют класс синтезируемых ими иммуноглобулинов.

Первоначально синтезируя иммуноглобулины класса IgM, при созревании 10 % В-лимфоцитов продолжают синтезировать IgM, 70 % переключаются на синтез IgG, а 20 % – на синтез IgA. Так же как и Т-лимфоциты, В-лимфоциты состоят из нескольких субпопуляций:

1) В1-лимфоциты – предшественники плазмоцитов, синтезирующие антитела IgM без взаимодействия с Т-лимфоцитами;

2) В2-лимфоциты – предшественники плазмоцитов, синтезирующие иммуноглобулины всех классов в ответ на взаимодействие с Т-хелперами. Эти клетки обеспечивают гуморальный иммунитет на антигены, распознаваемые Т-хелперами;

3) В3-лимфоциты (К-клетки), или В-киллеры, убивают клетки-антигены, покрытые антителами;

4) В-супрессоры тормозят функцию Т-хелперов, а В-лимфоциты памяти, сохраняя и передавая память об антигенах, стимулируют синтез определенных иммуноглобулинов при повторной встрече с антигеном.

Особенностью В-лимфоцитов является то, что они специализируются на конкретных антигенах. При реакции В-лимфоцитов с антигеном, встреченным впервые, образуются плазмоциты, выделяющие антитела именно против этого антигена. Образуется клон В-лимфоцитов, ответственный за реакцию с этим конкретным антигеном. При повторной реакции размножаются и синтезируют антитела только В-лимфоциты, а точнее – плазмоциты, направленные против этого антигена. Другие клоны В-лимфоцитов не участвуют в реакции. В-лимфоциты непосредственно не участвуют в борьбе с антигенами. Под влиянием стимулов от фагоцитов и Т-хелперов они трансформируются в плазмоциты, которые и синтезируют антитела иммуноглобулины, обезвреживающие антигены.

Иммуноглобулины – белки сыворотки крови и других жидкостей организма, которые действуют как антитела, связывающиеся с антигенами и обезвреживающие их. В настоящее время известно пять классов иммуноглобулинов человека (**IgG, IgM, IgA, IgD, IgE**), которые существенно различаются по своим физико-химическим свойствам и биологическим функциям. Иммуноглобулины класса G составляют около 70 % от общего количества иммуноглобулинов. К ним относятся антитела против антигенов различной природы, вырабатываемые четырьмя подклассами. Они в основном выполняют противобактериальные функции и образуют антитела против полисахаридов бактериальных оболочек, а также противорезусные антитела, обеспечивают реакцию кожной чувствительности и связывания комплемента.

Иммуноглобулины класса M (около 10 %) – наиболее древние, синтезируются на ранних стадиях иммунного ответа на большинство антигенов. К этому классу относятся антитела против полисахаридов микро-организмов и вирусов, ревматоидный фактор и др. Иммуноглобулины класса D составляют менее 1 %. Их роль в организме почти не изучена. Есть сведения об увеличении их при некоторых инфекционных заболеваниях, остеомиелите, бронхиальной астме и т. п. Еще более низкую концентрацию имеют иммуноглобулины класса E, или реагины. IgE играют роль пускового механизма в разрывании аллергических реакций немедленного типа. Связываясь в комплекс с аллергеном, IgE вызывают выброс в организм медиаторов аллергических реакций (гистамина, серотонина и др.) Иммуноглобулины класса A составляют около 20 % от общего количества иммуноглобулинов. К этому классу относятся антитела против вирусов, инсулина (при сахарном диабете), тирео-глобулина (при хроническом тиреоидите). Особенностью этого класса иммуноглобулинов является то, что существуют они в двух формах: сывороточной (IgA) и секреторной (SIgA). Антитела класса A нейтрализуют вирусы, обезвреживают бактерии, предупреждают фиксацию микроорганизмов на клетках эпителиальной поверхности слизистых оболочек. Подводя итог, сделаем следующий вывод: специфическая система иммунологической защиты – это многоуровневый механизм элементов организма, обеспечивающий их взаимодействие и взаимодополняемость, включающий по мере необходимости компоненты защиты против любого взаимодействия организма с повреждающими факторами, дублирующий в нужных случаях механизмы клеточной защиты гуморальными средствами, и наоборот.

Организм животных, обладающих механизмами приобретённого иммунитета, производит множество разновидностей специфических иммунных клеток, каждая из которых отвечает за какой-то определённый антиген. Наличие большого количества

разновидностей иммунных клеток необходимо для того, чтобы отражать атаки микроорганизмов, способных мутировать и изменять свой антигенный состав. Значительная часть этих клеток завершает свой жизненный цикл, так и не приняв участие в защите организма, например, не встретив подходящих антигенов.

Многопрофильность иммунной защиты

Иммунная система защищает организм от инфекции в нескольких аспектах, при этом с каждым аспектом повышается специфичность защиты. Самая простая линия защиты представляет собой физические барьеры, которые предотвращают попадание инфекции — бактерий и вирусов — в организм. Если возбудитель проникает через эти барьеры, то промежуточную неспецифическую реакцию на него осуществляет врождённая иммунная система.

Врождённая иммунная система обнаруживается у всех растений и животных. На случай, когда возбудители успешно преодолевают воздействие врожденных иммунных механизмов, у позвоночных существует третий уровень защиты — приобретённая иммунная защита. Эта часть иммунной системы адаптирует свою реакцию во время инфекционного процесса, чтобы улучшить распознавание чужеродного биологического материала. Такой улучшенный ответ сохраняется после уничтожения возбудителя в виде иммунологической памяти. Она позволяет механизмам приобретённого иммунитета развивать более быструю и более сильную ответную реакцию при каждом появлении такого же возбудителя.

Как врождённый, так и приобретённый иммунитет, зависят от способности иммунной системы отличать свои молекулы от чужих. В иммунологии под *своими* молекулами понимают те компоненты организма, которые иммунная система способна отличить от чужеродных. Напротив, *чужими* называют молекулы, которые распознаются как чужеродные. Один из классов "чужих" молекул называют антигенами (термин произошёл от сокращения англ. *antibody generators* — «вызывающие антитела») и определяют как вещества, связываемые со специфическими иммунными рецепторами и вызывающие иммунный ответ.

Поверхностные барьеры

Организмы защищены от инфекций рядом механических, химических и биологических барьеров. Примерами механических барьеров могут служить восковое покрытие многих листьев растений, экзоскелет членистоногих, скорлупа яиц и кожа.

Однако организм не может быть полностью изолирован от внешней среды, поэтому существуют и другие системы, защищающие внешние сообщения организма — дыхательную, пищеварительную и мочеполовую системы.

Эти системы можно разделить на постоянно действующие и включающиеся в ответ на вторжение. Пример постоянно действующей системы — крохотные волоски на стенках трахеи, называемые ресничками, которые совершают быстрые движения, направленные вверх, удаляя частицы пыли, пыльцу растений или другие мелкие инородные объекты, чтобы они не могли попасть в легкие. Аналогичным образом, изгнание микроорганизмов осуществляется при помощи промывного действия слёз и мочи. Слизь, секретлируемая в дыхательную и пищеварительную систему, служит для связывания и обездвиживания микроорганизмов.

Если постоянно действующих механизмов оказывается недостаточно, то включаются «аварийные» механизмы очистки организма, такие как кашель, чихание, рвота и диарея.

Помимо этого, существуют химические защитные барьеры. Кожа и дыхательные пути выделяют антимикробные пептиды, например бета-дефенсины. Такие ферменты,

как лизоцим и фосфолипаза А, содержатся в слюне, слезах и грудном молоке, и также обладают антимикробным действием. Выделения из влагалища служат химическим барьером после начала менструаций, когда они становятся слабокислыми. Сперма содержит дефенсины и цинк для уничтожения возбудителей. В желудке соляная кислота и протеолитические ферменты служат мощными химическими защитными факторами в отношении попавших с пищей микроорганизмов. В мочеполовом и желудочно-кишечном трактах существуют биологические барьеры, представленные дружественными микроорганизмами — комменсалами.

Приспособившаяся к обитанию в этих условиях неболезнетворная микрофлора конкурирует с патогенными бактериями за пищу и пространство, и, в ряде случаев, изменяя условия обитания, в частности рН или содержание железа. Это снижает вероятность достижения болезнетворными микробами достаточных для возникновения патологии количеств.

Поскольку большая часть антибиотиков неспецифически воздействует на бактерии, и, зачастую, не затрагивает грибы, антибактериальная терапия может приводить к чрезмерному «разрастанию» грибковых микроорганизмов, что вызывает такие заболевания, как молочница (кандидоз).

Имеются убедительные сведения, подтверждающие, что введение пробиотической флоры, например чистых культур лактобацилл, которые содержатся, в частности, в йогурте и других кисломолочных продуктах, помогает восстановить нужный баланс микробных популяций при кишечных инфекциях у детей. Также существуют обнадеживающие данные в исследованиях применения пробиотиков при бактериальном гастроэнтерите, воспалительных заболеваниях кишечника, инфекциях мочевыводящих путей и послеоперационных инфекциях.

Врождённый иммунитет

Если микроорганизму удастся проникнуть через первичные барьеры, он сталкивается с клетками и механизмами системы врождённого иммунитета. Врождённая иммунная защита неспецифична, то есть её звенья распознают и реагируют на чужеродные тела независимо от их особенностей. Эта система не создает длительной невосприимчивости к конкретной инфекции. Система врождённого иммунитета осуществляет основную защиту у большинства живых многоклеточных организмов.

Гуморальные и биохимические факторы

Воспаление

Воспаление — одна из наиболее ранних реакций иммунной системы на инфекцию. К симптомам воспаления относятся покраснение и отек, что свидетельствует о усилении притока крови к вовлеченным в процесс тканям.

В развитии воспалительной реакции важную роль играют производные полиненасыщенных жирных кислот - эйкозаноиды и пептидные информационные молекулы - цитокины, высвобождаемые поврежденными или инфицированными клетками. Группа эйкозаноидов, называемая простагландинами, вызывает повышение температуры и расширение кровеносных сосудов.

А группа эйкозаноидов, называемая лейкотриенами, привлекает определённые виды белых кровяных телец (лейкоцитов).

К наиболее распространённым цитокинам относятся:

- интерлейкины, отвечающие за взаимодействие между лейкоцитами;
- хемокины, стимулирующие хемотаксис;

- и интерфероны, обладающие противовирусными свойствами, в частности способностью угнетать синтез белка в клетках макроорганизма;
- кроме того, могут играть роль выделяемые факторы роста и цитотоксические факторы. Эти цитокины и другие биоорганические соединения привлекают клетки иммунной системы к очагу инфекции и способствуют заживлению поврежденных тканей путём уничтожения возбудителей.

Система комплемента

Система комплемента представляет собой биохимический каскад, который атакует мембрану чужеродных клеток. В него входят более 20 различных белков. Комплемент является основным гуморальным компонентом врождённого иммунного ответа. Система комплемента имеется у многих видов, в том числе у ряда беспозвоночных.

Комплемент – ферментная система, которая состоит из 11 белков сыворотки крови, составляющих 9 компонентов (от C1 до C9) комплемента. Система комплемента способствует стимуляции фагоцитоза, хемотаксиса (привлечения или отталкивания клеток), выделению фармакологически активных веществ (анафилоксина, гистамина и др.), усиливает бактерицидные свойства сыворотки крови, активирует цитолиз (распад клеток) и совместно с фагоцитами принимает участие в уничтожении микроорганизмов и антигенов. Каждый из компонентов комплемента играет свою роль в иммунном ответе. Так, недостаточность комплемента C1 вызывает снижение бактерицидности плазмы крови и способствует частому развитию инфекционных заболеваний верхних дыхательных путей, хронического гломерулонефрита, артрита, отита и др.

Комплемент C3 подготавливает антиген к фагоцитозу. При его недостаточности значительно снижается ферментативная и регуляторная активность системы комплемента, что приводит к более тяжелым последствиям, чем недостаточность комплементов C1 и C2, вплоть до смертельного исхода. Его модификация C3а откладывается на поверхности бактериальной клетки, что приводит к образованию отверстий в оболочке микроба и его лизису, т. е. растворению лизоцимом. При наследственной недостаточности компонента C5 встречаются нарушение развития ребенка, дерматиты и диарея. Специфический артрит и нарушение свертываемости крови наблюдаются при дефиците C6. Диффузные поражения соединительной ткани возникают при снижении концентрации компонентов C2 и C7. Врожденная или приобретенная недостаточность компонентов комплемента способствует развитию различных заболеваний как в результате снижения бактерицидных свойств крови, так и вследствие накопления в крови антигенов. Кроме недостаточности, встречается также и активация компонентов комплемента. Так, активация C1 приводит к отеку Квинке и др. Активно потребляется комплемент при термическом ожоге, когда создается дефицит комплемента, что может определить неблагоприятный исход термической травмы. Нормальные антитела выявлены в сыворотке здоровых людей, которые ранее не болели. По-видимому, эти антитела возникают при наследовании или же антигены поступают с пищей, не возбуждая соответствующего заболевания. Обнаружение таких антител свидетельствует о зрелости и нормальном функционировании иммунной системы. К нормальным антителам относится, в частности, пропердин. Это высокомолекулярный белок, обнаруживаемый в сыворотке крови. Пропердин обеспечивает бактерицидное и вируснейтрализующее свойства крови (в совокупности с другими гуморальными факторами) и активизирует реакции специализированной защиты.

Лизоцим – это фермент ацетилмурамидаза, разрушающий оболочки бактерий, лизирующий их. Он находится почти во всех тканях и жидкостях организма. Способность к разрушению клеточных оболочек бактерий, с чего и начинается уничтожение,

объясняется тем, что лизоцим в высокой концентрации находится в фагоцитах и его активность увеличивается при микробной инфекции. Лизоцим усиливает антибактериальное действие антител и комплемента. Он входит в состав слюны, слез, кожных выделений как средство, усиливающее барьерную защиту организма. Ингибиторы (замедлители) вирусной активности представляют собой первый гуморальный барьер, препятствующий контакту вируса с клеткой.

У человека этот механизм активируется путём связывания белков комплемента с углеводами на поверхности микробных клеток, либо путём связывания комплемента с антителами, которые прикрепилась к этим микробам (второй способ отражает взаимосвязь механизмов врождённого и приобретённого иммунитета).

Сигнал в виде прикрепленного к мембране клетки комплемента запускает быстрые реакции, направленные на разрушение такой клетки.

Скорость этих реакций обусловлена усилением, возникающим вследствие последовательной протеолитической активации молекул комплемента, которые сами по себе являются протеазами. После того, как белки комплемента прикрепилась к микроорганизму, запускается их протеолитическое действие, что, в свою очередь, активирует другие протеазы системы комплемента, и так далее. Таким образом, возникает каскадная реакция, усиливающая исходный сигнал при помощи управляемой положительной обратной связи. В результате каскада образуются пептиды, привлекающие иммунные клетки, усиливающие проницаемость сосудов и опсонизирующие поверхность клетки, помечая её «к уничтожению». Кроме того, отложение факторов комплемента на поверхности клетки может напрямую разрушать её посредством разрушения цитоплазматической мембраны.

Существуют три пути активации комплемента: классический, лектиновый и альтернативный. За неспецифическую реакцию врождённого иммунитета без участия антител отвечают лектиновый и альтернативный пути активации комплемента. У позвоночных комплемент также участвует в реакциях специфического иммунитета, при этом его активация обычно происходит по классическому пути.

Клеточные факторы врождённого иммунитета

Лейкоциты (белые кровяные тельца) часто ведут себя подобно независимым одноклеточным организмам, и представляют собой главное клеточное звено врождённого (гранулоциты и макрофаги) и приобретённого (в первую очередь лимфоциты, но их действия тесно связаны с клетками врождённой системы) иммунитета.

К клеткам, воплощающим неспецифическую («врождённую») иммунную реакцию, относятся фагоциты (макрофаги, нейтрофилы и дендритные клетки) тучные клетки, эозинофилы и естественные киллеры.

Эти клетки распознают и уничтожают чужеродные частицы путём фагоцитоза (заглатывания и последующего внутриклеточного переваривания) либо, в случае крупных чужеродных тел (например, паразитов или крупных опухолевых клеток), путём выделения разрушительных частиц при непосредственном контакте. Кроме того, осуществляющие неспецифический иммунитет клетки являются важными посредниками в процессе активации механизмов приобретённого иммунитета.

Фагоциты

Фагоцитоз представляет собой важную особенность клеточного звена врождённого иммунитета, которую осуществляют клетки, называемые фагоцитами, которые «заглатывают» чужеродные микроорганизмы или частицы.

Фагоциты обычно циркулируют по организму в поисках чужеродных материалов, но могут быть призваны в определённое место при помощи цитокинов. После поглощения чужеродного микроорганизма фагоцитом он оказывается в ловушке внутриклеточного пузырька, который называется фагосомой.

Фагосома сливается с другим пузырьком — лизосомой, в результате чего формируется фаголизосома.

Микроорганизм погибает под воздействием пищеварительных ферментов, либо в результате дыхательного взрыва, при котором в фаголизосому высвобождаются свободные радикалы.

Фагоцитоз эволюционировал из способа получения захвата питательных веществ, но эта роль у фагоцитов была расширена, став защитным механизмом, направленным на разрушение патогенных возбудителей.

Фагоцитоз, вероятно, представляет собой наиболее старую форму защиты макроорганизма, поскольку фагоциты обнаруживаются как у позвоночных, так и у беспозвоночных животных.

К фагоцитам относятся такие клетки, как мононуклеарные фагоциты (в частности — моноциты и макрофаги), дендритные клетки и нейтрофилы. Фагоциты способны связывать микроорганизмы и антигены на своей поверхности, а затем поглощать и уничтожать их. Эта функция основана на простых механизмах распознавания, позволяющих связывать самые разнообразные микробные продукты, и относится к проявлениям врождённого иммунитета. С появлением специфического иммунного ответа мононуклеарные фагоциты играют важную роль в его механизмах путём представления антигенов Т-лимфоцитам. Для эффективного уничтожения микробов фагоцитам требуется активация.

Нейтрофилы и макрофаги представляют собой фагоциты, которые путешествуют по организму в поисках проникших сквозь первичные барьеры чужеродных микроорганизмов. Нейтрофилы обычно обнаруживаются в крови и представляют собой наиболее многочисленную группу фагоцитов, обычно представляющую около 50 %-60 % общего количества циркулирующих лейкоцитов. Во время острой фазы воспаления, в частности, в результате бактериальной инфекции, нейтрофилы мигрируют к очагу воспаления. Этот процесс называется хемотаксисом. Они обычно являются первыми клетками, реагирующими на очаг инфекции. Макрофаги представляют собой клетки многоцелевого назначения, обитающие в тканях и производящие широкий спектр биохимических факторов, включая ферменты, белки системы комплемента и регуляторные факторы, например интерлейкин-1. Кроме того, макрофаги выполняют роль уборщиков, избавляя организм от изношенных клеток и другого мусора, а также роль антиген-презентирующих клеток, активирующих звенья приобретённого иммунитета.

Дендритные клетки представляют собой фагоциты в тканях, которые соприкасаются с внешней средой, то есть расположены они, главным образом, в коже, носу, лёгких, желудке и кишечнике. Они названы так, поскольку напоминают дендриты нейронов наличием многочисленных отростков, однако дендритные клетки никоим образом не связаны с нервной системой. Дендритные клетки служат связующим звеном между врождённым и приобретённым иммунитетом, поскольку они представляют антиген Т-клеткам, одному из ключевых типов клеток приобретённого иммунитета.

Вспомогательные клетки

Вспомогательными клетками считаются тучные клетки, базофилы, эозинофилы, тромбоциты. Также в иммунной защите участвуют соматические клетки различных тканей организма. Тучные клетки находятся в соединительной ткани и слизистых оболочках и участвуют в регуляции воспалительной реакции^[37]. Они очень часто связаны с аллергией и анафилаксией. Они во многом напоминают базофилы — одну из малочисленных подгрупп зернистых лейкоцитов. Базофилы и эозинофилы родственны нейтрофилам. Эозинофилы секретируют биохимические медиаторы, которые участвуют в защите от крупных многоклеточных паразитов, а также играют роль в аллергических реакциях, например при бронхиальной астме. Естественные киллеры (или натуральные, или нормальные, от англ. *Natural killer*) представляют собой лейкоциты группы лимфоцитов, которые атакуют и уничтожают опухолевые клетки, или инфицированные вирусами клетки.

Приобретённый иммунитет

Система приобретённого иммунитета появилась в ходе эволюции низших позвоночных. Она обеспечивает более интенсивный иммунный ответ, а также иммунологическую память, благодаря которой каждый чужеродный микроорганизм «запоминается» по уникальным для него антигенам.

Система приобретённого иммунитета антигенспецифична и требует распознавания специфических чужих («не своих») антигенов в процессе, называемом презентацией антигена.

Специфичность антигена позволяет осуществлять реакции, которые предназначены конкретным микроорганизмам или инфицированным ими клеткам. Способность к осуществлению таких узконаправленных реакций поддерживается в организме «клетками памяти». Если макроорганизм инфицируется микроорганизмом более одного раза, то эти специфические клетки памяти используются для быстрого уничтожения такого микроорганизма.

Лимфоциты

Клетки иммунной системы, на которые возложены ключевые функции по осуществлению приобретённого иммунитета, относятся к **лимфоцитам, которые являются подтипом лейкоцитов**. Большая часть лимфоцитов отвечает за специфический приобретённый иммунитет, так как могут распознавать возбудителей инфекции внутри или вне клеток, в тканях или в крови. Основными типами лимфоцитов являются В-клетки и Т-клетки, которые происходят из плюрипотентных гемопоэтических стволовых клеток.

У взрослого человека они образуются в костном мозге, а Т-лимфоциты дополнительно проходят часть этапов дифференцировки в тимусе.

В-клетки отвечают за гуморальное звено приобретённого иммунитета, то есть вырабатывают антитела, в то время как Т-клетки представляют собой основу клеточного звена специфического иммунного ответа.

На этапе развития лимфоциты проходят отбор: остаются только значимые с точки зрения защиты организма, а также те, которые не несут угрозы собственным тканям организма. Параллельно с этим процессом лимфоциты разделяются на группы, способные выполнять ту или иную функцию защиты. Существуют разные виды лимфоцитов. В частности, по морфологическим признакам их разделяют на малые лимфоциты и большие гранулярные лимфоциты (БГЛ). По структуре внешних рецепторов среди лимфоцитов выделяют, в частности, В-лимфоциты и Т-лимфоциты.

Как В-, так и Т-клетки несут на своей поверхности рецепторные молекулы, которые распознают специфические мишени. Рецепторы копируют определённую часть чужеродной молекулы, и поэтому способны присоединяться к ней. При этом одна клетка может содержать рецепторы только для одного вида антигенов.

Т-клетки распознают чужеродные («не-свои») мишени, такие как патогенные микроорганизмы, только после того, как антигены (специфические молекулы чужеродного тела) будут обработаны и презентованы в сочетании с собственной («своей») биомолекулой, которая называется молекулой главного комплекса гистосовместимости (англ. *main histocompatibility complex*, МНС). Среди Т-клеток различают ряд подтипов, в частности, Т-киллеры, Т-хелперы и регуляторные Т-клетки.

Т-киллеры распознают только антигены, которые объединены с молекулами главного комплекса гистосовместимости I класса, в то время как Т-хелперы распознают только антигены, расположенные на поверхности клеток в сочетании с молекулами главного комплекса гистосовместимости II класса. Это различие в презентации антигена отражает разные роли указанных двух типов Т-клеток. Другим, менее распространённым подтипом Т-клеток, являются $\gamma\delta$ Т-клетки, которые распознают неизменные антигены, не связанные с рецепторами главного комплекса гистосовместимости.

У Т-лимфоцитов круг задач весьма широк. Часть из них — регуляция приобретённого иммунитета с помощью специальных белков (в частности, цитокинов), активация В-лимфоцитов для образования антител, а также регуляция активации фагоцитов для более эффективного разрушения микроорганизмов. Эту задачу выполняет группа Т-хелперов. За разрушение собственных клеток организма путём выделения цитотоксичных факторов при непосредственном контакте отвечают Т-киллеры, которые действуют специфически.

В отличие от Т-клеток, В-клетки не нуждаются в обработке антигена и экспрессии его на поверхности клетки. Их рецепторы к антигену представляют собой фиксированные на поверхности В-клетки антителоподобные белки. Каждая прошедшая дифференцировку линия В-клеток экспрессирует уникальное только для неё антитело, и никакое другое. Таким образом, полный набор антигенных рецепторов всех В-клеток организма представляет все антитела, которые организм может вырабатывать. Функция В-лимфоцитов заключается прежде всего в выработке антител — гуморального субстрата специфического иммунитета —, действие которых направлено прежде всего против внеклеточно расположенных возбудителей.

Кроме того, существуют лимфоциты, неспецифически проявляющие цитотоксичность — естественные киллеры.

Т-киллеры

Т-киллеры представляют собой подгруппу Т-клеток, функцией которых является разрушение собственных клеток организма, инфицированных вирусами или другими патогенными внутриклеточными микроорганизмами, либо клеток, которые повреждены или неверно функционируют (например, опухолевые клетки). Как и В-клетки, каждая конкретная линия Т-клеток распознает только один антиген. Т-киллеры активируются при соединении своим Т-клеточным рецептором (ТКР) со специфическим антигеном в комплексе с рецептором главного комплекса гистосовместимости I класса другой клетки. Распознавание этого комплекса рецептора гистосовместимости с антигеном осуществляется при участии расположенного на поверхности Т-клетки вспомогательного рецептора CD8. В лабораторных условиях Т-клетки обычно выявляют именно по экспрессии CD8. После активации Т-клетка перемещается по организму в поисках клеток, на которых белок I класса главного комплекса гистосовместимости содержит последовательность нужного антигена. При контакте активированного Т-киллера с такими клетками он выделяет токсины, образующие отверстия в цитоплазматической

мембране клеток-мишеней, в результате ионы, вода и токсин свободно перемещаются в клетку-мишень и из неё: клетка-мишень погибает. Разрушение собственных клеток Т-киллерами важно, в частности, для предотвращения размножения вирусов. Активация Т-киллеров жестко управляется и обычно требует очень сильного сигнала активации от комплекса белка гистосовместимости с антигеном, либо дополнительной активации факторами Т-хелперов.

Т-хелперы

Т-хелперы регулируют реакции как врожденного, так и приобретенного иммунитета, и позволяют определять тип ответа, который организм окажет на конкретный чужеродный материал. Эти клетки не проявляют цитотоксичности и не участвуют в уничтожении инфицированных клеток или непосредственно возбудителей. Вместо этого, они управляют иммунным ответом, направляя другие клетки на выполнение этих задач.

Т-хелперы экспрессируют Т-клеточные рецепторы (ТКР), которые распознают антигены, связанные с молекулами II класса главного комплекса гистосовместимости. Комплекс молекулы главного комплекса гистосовместимости с антигеном также распознается корецептором клеток-хелперов CD4, который привлекает внутриклеточные молекулы Т-клетки (например, Lck), ответственные за активацию Т-клетки. Т-хелперы обладают меньшей чувствительностью к комплексу молекулы главного комплекса гистосовместимости и антигена, чем Т-киллеры, то есть для активации Т-хелпера требуется связывание гораздо большего количества его рецепторов (около 200—300) с комплексом молекулы гистосовместимости и антигена, в то время как Т-киллеры могут быть активированы после связывания с одним таким комплексом. Активация Т-хелпера также требует более продолжительного контакта с антиген-презентирующей клеткой. Активация неактивного Т-хелпера приводит к высвобождению имцитокинов, которые оказывают влияние на активность многих видов клеток.

Цитокиновые сигналы, создаваемые Т-хелперами, усиливают бактерицидную функцию макрофагов и активность Т-киллеров.

Кроме того, активация Т-хелперов вызывает изменения в экспрессии молекул на поверхности Т-клетки, в частности лиганда CD40 (также известного под обозначением CD154),

что создает дополнительные стимулирующие сигналы, обычно требуемые для активации вырабатывающих антитела В-клеток.

Гамма-дельта Т-клетки

5-10 % Т-клеток несут на своей поверхности гамма-дельта-ТКР и обозначаются как $\gamma\delta$ Т-клетки.

В-лимфоциты и антитела

В-клетки составляют 5-15 % циркулирующих лимфоцитов и характеризуются поверхностными иммуноглобулинами, встроенными в клеточную мембрану и выполняющими функцию специфического антигенного рецептора. Этот рецептор, специфичный лишь для определенного антигена, называется антителом.

Антиген, связываясь с соответствующим антителом на поверхности В-клетки, индуцирует пролиферацию и дифференцировку В-клетки до плазматических клеток и клеток памяти, специфичность которых такая же, как и специфичность исходной В-клетки. Плазматические клетки секретируют большое количество антител в виде растворимых молекул, распознающих исходный антиген. Секретируемые антитела имеют ту же специфичность, что и соответствующий В-клеточный рецептор.

Антиген-презентирующие клетки

Дендритные клетки (англ. *Dendritic cells, DC*) — это гетерогенная популяция антиген-презентирующих клеток костномозгового происхождения. Морфологически дендритные клетки — крупные клетки (15-20 мкм) круглой, овальной или полигональной формы с эксцентрически расположенным ядром, многочисленными разветвлёнными отростками мембраны.^[1] Термин «дендритные клетки» ввёл в 1973 году Ральф Штайнман из Рокфеллеровского университета.

Функции дендритных клеток

Основной функцией дендритных клеток является презентация антигенов Т-клеткам. Дендритные клетки также выполняют важные иммунорегуляторные функции, такие как контроль за дифференцировкой Т-лимфоцитов, регуляция активации и супрессии иммунного ответа. Важной особенностью дендритных клеток является способность захватывать из окружающей среды различные антигены при помощи фагоцитоза, пиноцитоза и рецептор-опосредованного эндоцитоза. Больше всего дендритных клеток находится в тканях, которые соприкасаются с внешней средой, например в толще эпителиального слоя слизистой оболочки кишечника, в подслизистой респираторного, желудочно-кишечного и уrogenитального трактов.

Дендритные клетки поглощают антигены, процессируют и представляют на своей поверхности в комплексе с **МНС I** или **МНС II** классов. Только в таком виде Т-клетки способны распознать антиген и вслед за этим активироваться и развить иммунный ответ. В зависимости от типа патогена дендритные клетки способны направлять дифференцировку наивных Т-хелперов (Th0) в сторону Т-хелперов 1 типа, Т-хелперов 2 типа, регуляторных Т-клеток или же Т-хелперов 17.

Иммунологическая память

Иммунологическая память — это способность иммунной системы отвечать более быстро и эффективно на антиген (патоген), с которым у организма был предварительный контакт.

Такая память обеспечивается предсуществующими антигенспецифическими клонами как В-клеток, так и Т-клеток, которые функционально более активны в результате прошедшей первичной адаптации к определённому антигену.

Пока неясно, устанавливается ли память в результате формирования долгоживущих специализированных клеток памяти или же память отражает собой процесс рестимуляции лимфоцитов постоянно присутствующим антигеном, попавшим в организм при первичной иммунизации.

Структурная организация иммунной системы

К **иммунной системе** относятся органы и ткани, в которых происходит созревание (дифференцировка) Т- и В-лимфоцитов.

Выделяют *первичные* и *вторичные* органы иммунной системы.

I. Первичные органы иммунной системы

1. Тимус
2. Костный мозг
3. Сквamousные (многослойные плоские) эпителии покровных тканей.

II. Вторичные органы иммунной системы

1. Лимфатические узлы
2. Белая пульпа селезёнки
3. MALT-структуры
4. SALT-структуры
5. Факультативные лимфоидные структуры.

MALT-структуры

1. Миндалины кольца Вальдеера—Пирогова
2. Червеобразный отросток слепой кишки
3. Пейеровы бляшки
4. Солитарные фолликулы.

В **первичных (центральных) органах** проходит первый этап дифференцировки лимфоцитов, до взаимодействия их с антигеном (*этап антиген-независимой дифференцировки*). Т-лимфоциты при этом созревают в тимусе (после инволюции тимуса его роль на себя берут многослойные плоские эпителии), В-лимфоциты — в красном костном мозге.

Вторичные (периферические) органы обеспечивают последующее созревание Т- и В-лимфоцитов после взаимодействия их с антигенами (*этап антиген-зависимой дифференцировки*). В лимфоузлах и в лимфоидной ткани селезёнки дифференцируются как Т-, так и В-лимфоциты. В MALT-структурах и факультативных лимфоидных образованиях созревают в основном В-лимфоциты, в SALT-структурах — преимущественно Т-лимфоциты.

MALT-структуры (MALT — аббревиатура от англ. *mucosa-associated lymphoid tissue*) — лимфоидная ткань слизистых оболочек пищеварительного тракта, дыхательных и мочеполовых путей, конъюнктивы. К MALT-структурам относятся (1) миндалины кольца Вальдеера—Пирогова, (2) червеобразный отросток слепой кишки, (3) пейеровы бляшки и (4) солитарные фолликулы.

SALT-структурами (SALT — от англ. *skin-associated lymphoid tissue*) называют небольшие скопления иммунокомпетентных клеток вокруг мелких сосудов в сосочковом и ретикулярном слоях дермы.

Факультативными лимфоидными образованиями называются лимфоидные структуры в виде солитарных фолликулов, возникающие только при патологических процессах в тех органах, где в норме лимфоидная ткань отсутствует. Например, лимфоидные фолликулы формируются в портальных трактах печени при хроническом вирусном гепатите С, в щитовидной железе при аутоиммунном тиреоидите или в слизистой оболочке желудка при геликобактериозе.

Возрастная инволюция тимуса

Тимус подвергается физиологической атрофии (**возрастной инволюции**). При этом уменьшается прежде всего объём лимфоидной ткани органа. Возрастная инволюция тимуса начинается с 5—7-летнего возраста и в основном завершается к пубертатному периоду (периоду полового созревания). Паренхима тимуса замещается белой жировой тканью (*липоматоз тимуса*). Однако небольшие фрагменты активной паренхимы сохраняются на протяжении всей жизни человека. Функция тимуса в постинволютивном периоде переходит к покровным тканям, выстланным многослойным плоским эпителием (кожа, некоторые слизистые оболочки, прежде всего слизистая оболочка полости рта). Наглядной иллюстрацией этому являются изменения иммунитета при *синдроме Ди Джорджи*. Иммунодефицитное состояние при этом заболевании, обусловленное врождённой гипоплазией тимуса, сохраняется первые пять лет жизни ребёнка. В

последующие годы, если больной не погибает от проявлений иммунодефицита, функция иммунной системы восстанавливается благодаря тому, что клетки многослойных плоских (сквамозных) эпителиев приобретают способность продуцировать тимические гормоны и, благодаря этому, привлекать предшественников Т-лимфоцитов из костного мозга, обеспечивая их созревание в покровных тканях.

Патология тимуса

В тимусе могут возникать разнообразные патологические процессы: (1) воспаление (тимит), (2) доброкачественные и злокачественные опухоли, (3) пороки развития. Однако наибольшее значение имеют (4) глюкокортикоид-зависимые поражения — *акцидентальная трансформация и глюкокортикоид-ассоциированная гиперплазия*.

Влияние глюкокортикоидных гормонов на лимфоциты

Глюкокортикоиды (гормоны пучковой зоны коры надпочечников) являются дифференцировочными факторами (т.е. факторами, способствующими созреванию) для всех лимфоцитов, в том числе лимфоцитов тимуса.

1. Глюкокортикоидные гормоны **в нормальной концентрации** тормозят размножение (пролиферацию) лимфоцитов и способствуют их дифференцировке.

2. При **недостатке** глюкокортикоидов (*хроническая надпочечниковая недостаточность*) отмечается усиленная пролиферация лимфоцитов (*глюкокортикоид-ассоциированная гиперплазия лимфоидной ткани*), но не происходит их созревания. В результате этого образуется большое количество функционально неполноценных лимфоцитов, поэтому развивается иммунодефицитное состояние. Лимфоидные органы (тимус, лимфатические узлы, миндалины, селезёнка и др.) увеличиваются. Значительное увеличение тимуса обозначается термином *тимомегалия*; увеличение всех групп лимфоузлов называется *генерализованной лимфаденопатией*.

3. При **высокой концентрации** глюкокортикоидов в организме, что характерно для *хронического дистресс-синдрома*, лимфоциты под влиянием этих гормонов разрушаются путём апоптоза (избыток глюкокортикоидов активирует в лимфоцитах программу апоптоза). При этом уменьшается количество лимфоцитов и, следовательно, объём лимфоидной ткани. Уменьшение тимуса обозначается термином *акцидентальная трансформация* (от лат. *accidentalis* — случайный). «Случайным» этот процесс был назван потому, что причины его не были ясны. Хронический дистресс-синдром сопровождает различные тяжёлые заболевания (злокачественные опухоли, инфекционные болезни). Акцидентальная трансформация тимуса способствует развитию иммунодефицитного состояния, усугубляя и без того тяжёлое течение основного заболевания.

Глюкокортикоид-ассоциированная гиперплазия лимфоидной ткани

В зависимости от того, в каком периоде онтогенеза развивается хроническая надпочечниковая недостаточность, выделяют две формы глюкокортикоид-ассоциированной гиперплазии лимфоидной ткани:

(1) *врождённую (лимфатико-гипопластический диатез, status thymico-lymphaticus)* и (2) *приобретённую*. Врождённая форма развивается во внутриутробном периоде, приобретённая — в постнатальном онтогенезе.

Для **лимфатико-гипопластического диатеза**, кроме дисгормональной гиперплазии лимфоидной ткани, характерны пороки развития внутренних органов, прежде всего сердца, в виде гипоплазии. У таких больных в случаях значительного напряжения защитно-приспособительных механизмов (тяжёлое заболевание, травма, оперативное вмешательство, интенсивные физические нагрузки) может наступить *внезапная смерть*. Её причиной является недостаточность в организме глюкокортикоидных гормонов, вследствие чего развиваются *сосудистый коллапс и шок*.

Акцидентальная трансформация тимуса

Широкое распространение в отечественной патологической анатомии получила схема морфогенеза акцидентальной трансформации, предложенная Т. Е. Ивановской. Первые четыре стадии акцидентальной трансформации являются обратимыми.

1 стадия — умеренная гиперплазия тимуса в острую фазу стресс-синдрома.

2 стадия — очаговая делимфатизация (гибель лимфоцитов) коры тимических долек.

3 стадия — тотальная делимфатизация коры (*стадия инверсии слоёв*). Лимфоциты тимуса в мозговом веществе количественно преобладают над тимоцитами коры, и оно в тканевых срезах, окрашенных гематоксилином и эозином, становится темнее коркового (в норме — наоборот).

4 стадия — тотальная делимфатизация тимических долек (как коркового, так и мозгового вещества) и гибель эпителиальных клеток тимуса (*стадия гигантских телец Гассалья*). В этой стадии тельца Гассалья, в норме расположенные только в мозговом веществе, появляются на территории всей дольки, в том числе и в коре. Их много, они различных размеров (полиморфизм телец Гассалья), некоторые из телец резко увеличены (гигантские тельца). В основном тельца Гассалья образованы детритом (разрушенными эпителиальными клетками), тогда как в норме они состоят из ороговевающих эпителиоцитов.

5 стадия — необратимые атрофические изменения тимуса.

Способы контроля работоспособности иммунной системы человека

Характеристику состояния иммунной системы организма, выраженную качественными и количественными показателями ее компонентов, называют иммунным статусом (иммунограммой) организма.

Поскольку соотношение компонентов иммунной системы, степень активации лимфоцитов и синдром напряженности иммунной системы в целом можно определить при анализе иммунограмм периферической крови, это используется на практике.

Таким образом, иммунный статус определяет в сумме индивидуальную реактивность организма и отражает те границы взаимодействия с окружающей средой, за которыми нормальная реакция превращается в патологическую.

Иммунный статус - это количественная и качественная характеристика состояния функциональной активности органов иммунной системы и некоторых неспецифических механизмов противомикробной защиты. Исследование иммунного статуса включает в себя:

1. **Общий анализ крови** - Общее количество лейкоцитов, содержание лимфоцитов, гранулоцитов, моноцитов.
2. **Лейкоцитарная формула** – дифференцированный подсчет процентного соотношения различных видов лейкоцитов (нейтрофилы, лимфоциты, эозинофилы, моноциты, базофилы)
3. **Гуморальный и клеточный типы иммунного ответа.** Фенотипирование иммунокомпетентных клеток – субпопуляции лимфоцитов, клеток, принимающих участие в иммунном ответе - CD3, CD4, CD8, CD19, CD16, CD56, CD3/HLA-DR. Уровень общих иммуноглобулинов (А, М, G, D, E). Антитела (иммуноглобулины) - продукты гуморального иммунного ответа, это глобулины, специфически реагирующие с антигеном, вызвавшим их образование.
4. **Фагоцитарная реакция** - процесс захвата, умерщвления и переваривания инфекционных агентов. Фагоцитарный показатель (фагоцитарная активность) -

процент фагоцитов из числа сосчитанных клеток. Фагоцитарное число (фагоцитарный индекс) - среднее число микробов, поглощенное одним активным фагоцитом.

5. Система комплемента - это совокупность белков сыворотки крови, циркулирующих в неактивном состоянии, в активированном состоянии участвуют в процессах нейтрализации вирусов, бактерий и др. Содержание и уровень комплемента в крови можно использовать как тест, характеризующий состояние естественной резистентности макроорганизма : высокое содержание комплемента в крови считается благоприятным признаком; снижение уровня комплемента является отрицательным прогностическим показателем.

6. Реакция активации лимфоцитов – оценивается активация клеток, участвующих в иммунном ответе (моноцитов, Т- и В-лимфоцитов).

7. Интерфероновый статус. Интерферонами называют группу белков с противовирусным действием, вырабатываемых эукариотическими клетками в ответ на внедрение в них ряда биологических агентов - интерферогенов.

Существуют два этапа иммунологической диагностики. Первый этап выявляет «грубые» дефекты в иммунной системе. Исследования проводят с помощью простых, так называемых ориентировочных методов. Это тесты первого уровня. По этому методу определяют двадцать показателей: количество лейкоцитов, лимфоцитов, разнообразных подгрупп Т-лимфоцитов, уровни иммуноглобулинов (Ig) А, М, G, D, Е, концентрацию циркулирующих иммунных комплексов и др. На этом этапе учитываются количество клеток, их процентное соотношение и функциональная активность.

На втором этапе проводится более тщательный анализ состояния иммунитета, если были выявлены отклонения в ориентировочных тестах. Тесты второго уровня позволяют проследить изменения в содержании сложных веществ, участвующих в регуляции иммунного ответа (например, интерлейкина), а также количество клеток, несущих определенный вид иммуноглобулинов. Анализ показателей иммунного статуса проводится в динамике заболевания, поэтому эти исследования должны быть многократными. Это позволяет выявить характер и уровень нарушений и проследить их изменение в процессе лечения.

Так как иммунный статус зависит от двух больших взаимосвязанных систем - **гуморального и клеточного иммунитета**, именно их состояние отражает ряд иммунологических тестов, входящих в иммунограмму.

Гуморальная система иммунного статуса в здоровом организме активно справляется с возбудителями (внеклеточными) бактериальных и вирусных инфекций в первое же время их проникновения в организм. Реакции гуморального иммунитета в конечном итоге происходят в сыворотке крови, и обеспечиваются В-лимфоцитами. Распознав чужеродный агент, они дифференцируются в плазматические клетки, производящие антитела - сывороточные белки (иммуноглобулины). Эти белки связываются с чужеродным агентом, блокируя его биологическую активность, и удаляют его из организма - это прямое действие **иммуноглобулинов**. Кроме того, они помогают делу поддержания нормального **иммунного статуса**, стимулируя запуск других иммунологических реакций. Например, клетки-киллеры (К- и НК-клетки) полностью лизируют чужеродные клетки, покрытые иммуноглобулинами (Ig G). Также иммуноглобулины, связываясь с антигенами, активируют систему комплемента - набор из 11 сывороточных белков. Одни компоненты комплемента способны атаковать клеточную мембрану, вызывая гибель чужой клетки, другие - ограничить зону воспаления, привлекая туда большое количество лейкоцитов. Оценить гуморальное звено **иммунного статуса** в клинике помогают методы выявления и подсчета В-лимфоцитов в крови (в абсолютных числах и процентном отношении).

Функциональную активность В-лимфоцитов выявляют, определяя синтезированные ими иммуноглобулины в ответ на стимуляцию В-клеток. В крови измеряют суммарную концентрацию иммуноглобулинов и количество иммуноглобулинов разных классов (IgA, IgM, IgG, ID, IE), определяют наличие антител к широко распространенным бактериям и вирусам, уровень аутоантител, или иммунных комплексов.

Клеточный иммунный статус оценивается методами, в ходе которых определяется количество Т-лимфоцитов в крови и их функциональная активность. Обязательно определяют количество разных субпопуляций Т-лимфоцитов (супрессоров, помощников), их функциональную активность, и цитотоксическую активность К- и NK- клеток-киллеров. Оценивают продукцию лимфоцитами периферической крови гуморальных медиаторов клеточного иммунитета (интерферонов, интерлейкинов, цитокинов). Все это полезно для исследования иммунодефицитов, которые связаны с хроническими инфекциями и для контроля за применением иммуностимулирующей терапии.

Кроме того, чтобы Т- и В-лимфоциты смогли распознать антиген, сначала он должен быть извлечен из циркулирующей крови и переработан белыми клетками крови - фагоцитами. Это необходимый этап поддержания иммунного статуса, происходящий в лимфоидных органах. Эту систему оценивают по количеству способных фагоцитировать лейкоцитов крови, и их поглотительной активности.

Полный перечень иммунологических методов исследования представлен в "Руководстве по иммунологическим и аллергологическим методам в гигиенических исследованиях", М., 1993, 320 с. Авторы: В.Н.Федосеева, Г.В.Порядин, Л.В.Ковальчук, А.Н.Чередеев, В.Ю.Коган.

В этом «Руководстве ...» рекомендуется:

Клиническое обследование:

- физикальное обследование органов и тканей иммунной системы: лимфатических узлов, селезенки, миндалин (лимфоаденопатия, спленомегалия, тимомегалия, локальная или генерализованная гипер- или аплазия лимфоузлов, миндалин);
- хронизация соматического заболевания, лихорадка неясной этиологии, необъяснимая потеря веса, длительная диарея;
- кожные покровы (тургор, гнойничковые высыпания, экзема, дерматит, новообразования);
- бронхолегочная система (воспалительные, обструктивные процессы, бронхоэктазы, фиброз);
- слизистые оболочки и пазухи (кандидоз, изъязвления, сухость, воспаление, гингивит, гайморит);
- пищеварительная и выделительная системы (воспалительные процессы, дискинезия, гепатомегалия, патология желчевыводящих, мочеполовых путей);
- нейроэндокринная система (воспалительные процессы центральной и периферической нервной систем, эндокринопатии, пороки развития);
- опорнодвигательный аппарат (воспалительные процессы суставов и костей, деструкции, нарушение двигательной функции);
- сердечно-сосудистая система (кровоточивость, воспалительные процессы, атеросклероз, тромбоз);

- типичные клинические проявления известных иммунопатологических синдромов, злокачественные новообразования.

2-й этап.

Лабораторное иммунологическое обследование:

а) Постановка тестов первого уровня:

- определение абсолютного и относительного числа лимфоцитов, Т-лимфоцитов и их субпопуляций (CD4+ и CD8+), В-лимфоцитов, иммуноглобулинов основных классов (Ig M, Ig G, Ig A), фагоцитоза нейтрофилов, общей гемолитической активности сыворотки;

б) Углубленное иммунологическое обследование (тесты второго уровня):

- оценка активации (экспрессия активационных маркеров, уровень активированных лимфоцитов в крови);
- оценка пролиферации лимфоцитов (реакция бласттрансформации на различные митогены, антигены), регуляторной активности;
- исследование эффекторной функции (естественные киллеры, цитотоксические Т-клетки, продукция и рецепция иммуноцитоклинов);
- определение уровня общего и специфического Ig E;
- серологический анализ (аутоантитела к нуклеопротеинам, эритроцитам, инсулину; ревматоидный фактор и др.);
- сывороточные антитела к широко распространенным и вакцинальным антигенам стафилококка, кишечной палочки, дифтерии и т.д.;
- иммунные комплексы, моноклональные белки, отдельные компоненты комплемента, белки острой фазы, раковоассоциированные белки, иммуноцитоклины;
- аллергологическое обследование (кожные пробы немедленной и замедленной гиперчувствительности, провокационные пробы, общий и специфический Ig E и др.) по показаниям;
- типирование HLA антигенов, эритроцитарных антигенов;
- иммуногистохимический анализ биоптатов органов и тканей, биологических жидкостей (слюны, смыва, спинномозговой жидкости).

При объективной оценке состояния иммунной системы человека нельзя обойтись без оценки функционирования отдельных звеньев иммунной системы человека. В том числе:

- В-клеточного звена иммунитета;
- Т-клеточного звена иммунитета;
- эффекторных факторов иммунной системы;
- иммунорегуляторного звена;
- измерения иммуноглобулинов в сыворотке крови (Ig G, Ig A, Ig M);
- оценки функциональных свойств комплемента;
- и других звеньев;

для которых необходимы свои комплексы анализов и тестирования.

Совокупность результатов приведенных только что клинических и лабораторных обследований человека и составит его ИММУНОГРАММУ. Единой формы иммунограммы пока не существует. И появится она не раньше, чем будет научно

определен оптимальный перечень показателей, функционально полно характеризующий иммунный статус человека.

Однако, несмотря на смысл заключительной фразы обзора по способам контроля работоспособности иммунной системы человека, намекающий на предстоящие непростые исследования, всё же существует возможность создания в текущее время каркаса реальной конструкции формальной логико-диалектической модели процесса функционирования иммунной системы человека, который (каркас) способен обеспечить:

- с одной стороны, адекватное и достоверное отображение сущности современных энциклопедических знаний о жизнедеятельности иммунной системы человеческого организма;
- а с другой стороны, адекватное и практически достоверное прогнозирование появления новых архитектурных компонентов в этом каркасе, которые ещё только предстоит открыть естествоиспытателям.

Построение каркаса формальной логико-диалектической модели иммунной системы человека

При логико-диалектическом моделировании жизнедеятельности функциональных систем человеческого организма, в том числе, и его иммунной системы, роль переменных, функционально полно характеризующих состояния этих систем, выполняют логические функции многих физических переменных, носящие (функции) названия предикатов.

Предикаты по определению несут на себе смысловую нагрузку элементарных логических утверждений, называемых аксиомами, на основе которых:

- во-первых, осуществляется отражение открытых экспериментальным путём естественных законов жизнедеятельности наблюдаемых явлений;
- во-вторых, осуществляется теоретическим путём формальное подтверждение (в виде доказательства) истинности этих естественных законов.

Приступим к определению аксиом жизнедеятельности иммунной системы человека на основе энциклопедических знаний, приведенных в этой статье.

Выявление аксиом осуществляем на основе экспериментальных методов анализа жизнедеятельности иммунной системы человека, известных под обобщённым названием **Иммунологические методы исследования** (И. м. и.) организма человека, но дополненные иммуногистологическими методами, иммуноблоттингом, иммунологическими тестами.

В свою очередь, **И. м. и.** можно подразделить на реакции, основанные на феномене агглютинации; реакции, основанные на феномене преципитации; реакции с участием комплемента; реакции нейтрализации; реакции с использованием химических и физических меток (*иммунофлюоресценция, радиоиммунология*), серологические реакции.

Иммунологические тесты: лейкоцитарный тест, элиминационные пробы, тесты дегрануляции, скарификация и др.

К лейкоцитарным тестам относятся: тест розеткообразования, бластотрансформации лимфоцитов, торможение миграции макрофагов, аллергическая альтерация лейкоцитов и тест с глюкокортикоидрезистентной фракцией лимфоцитов.

Аксиома №1. $p_1(X, \text{Лцт}, \text{Лфцт}1, \dots, \text{Лфцт}10, \text{Рцт}1, \dots, \text{Рцт}7, \text{Тк}, \text{Тх}, \text{Тс}, \text{Тн}, \text{В}1, \text{В}2, \text{Вк}, \text{Вс}, \text{Фал}, \text{Прал}, \text{Цик}, \text{IgG}, \text{IgM}, \text{IgA}, \text{IgD}, \text{IgE})$ – покомпонентные нормативные значения показателей качества крови здорового человека при иммунологических методах исследования (И. м. и.), в частности, иммунологическом анализе крови, касающемся: клеточного иммунитета в организме:

- общее количество лейкоцитов,

- содержание лимфоцитов (В-лимфоцитов, Т-лимфоцитов, гранулоцитов, моноцитов, макрофагов, естественных киллеров, дендритных клеток, нейтрофилов, тучных клеток, эозинофилов) процентное и абсолютное;
- популяции лимфоцитов:
- а) рецепторы: CD3, CD4, CD8, CD19, CD16, CD56, CD3/HLA-DR;
- б) хелперы, супрессоры, киллеры, нуллеры: Т-киллеры, Т-хелперы Т-супрессоры, Т-нуллеры, В1-лимфоциты, В2-лимфоциты, В3-лимфоциты (К-клетки), или В-киллеры, В-супрессоры;
- фагоцитарная активность лейкоцитов;
- пролиферативная активность лимфоцитов;
- циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК);
- иммуноглобулины IgG, IgM, IgA, IgD, IgE.

Аксиома №2. $p_2(X, C_1, \dots, C_9, IgG, IgM, IgA, IgD, IgE, Цик, Срб)$ – покомпонентные нормативные значения показателей качества крови здорового человека при иммунологических методах исследования (И. м. и.), в частности, иммунологическом анализе крови, касающемся: гуморального иммунитета в организме:

- C1-C9 компонентов комплемента;
- иммуноглобулинов IgG, IgM, IgA, IgD, IgE;
- ЦИК (циркулирующих иммунных комплексов) – комплексов, состоящих из антигена, антител и связанных с ними компонентов системы комплемента (C3, C4, C1q). ЦИК возникают при превосходстве функций антигена над функциями антител;
- С-реактивного белка (индикатора воспалительного процесса).

Аксиома №3. $p_3(X, Фб, Сэпт, Вис, Пис, Ип, Дс, Пс, МПс, Сл, Мч, Кш, Чх, Рв, Др, Бд, Лиз, Флпз, Скт, Пф, Ком, Прф, Вцк, Впр, Влтр, Ском, Ким, Гумим)$ – многопрофильность иммунной защиты: физические барьеры (механические, химические и биологические барьеры), сквамозные (многослойные плоские) эпителии покровных тканей, врождённая иммунная защита, приобретённая иммунная защита, иммунологическая память, дыхательная, пищеварительная и мочеполовая системы, промывное действие слёз и мочи, кашель, чихание, рвота и диарея, химические защитные барьеры (бета-дефенсины, лизоцим и фосфолипаза А, соляная кислота и протеолитические ферменты, комменсалы, пробиотическая флора), воспаление (цитокины, простагландины, лейкотриены), система комплемента, клеточный иммунитет, гуморальный иммунитет.

Аксиома №4. $p_4(X, Is\text{№}Y)$ – **Иммунный статус** (Is) человека X соответствует №Y.

Сформулируем теорему об иммунном статусе человека X в представляемой автором формальной теории моделирования статических и динамических состояний природных явлений и процессов прогнозирования эволюции этих состояний.

Если в теореме об иммунном статусе абстрактного человека X все переменные, функционально полно характеризующие его иммунный статус, представлены тоже в абстрактном формате, и конъюнкция аксиом №1 – №3, а также аксиома №4, основываясь на фактах исторической практики, имеют истинное значение по своей физиологической сущности,

то заключение теоремы должно быть формально выводимо из её посылок (например, по формальным правилам логики предикатов первого порядка) исключительно при наличии одной, или нескольких конкретных интерпретаций этой теоремы, подтверждённых исторической практикой. С одной стороны, отмеченное условие выводимости заключения из посылок является критерием проверки корректности формальной теории. А с другой стороны, в этом, собственно, и заключается одна из сущностей диалектики материалистического познания, исключая ошибки

прогнозирования эволюции статических и динамических состояний наблюдаемых природных явлений.

Безупречность изложенных только что умозаключений об иммунном статусе абстрактного человека X может быть подтверждена следующими фактами исторической практики:

- нормальная жизнедеятельность абстрактного человека обеспечивается конечным набором стереотипных физиологических факторов;
- жизнь абстрактного человека непременно конечна;
- беспричинной смерти человека в любом возрасте не бывает;
- причиной смерти абстрактного человека является одна или несколько патологий физиологических факторов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность его организма.

Продолжим представление формальной теории об иммунном статусе абстрактного человека X .

В соответствии с теорией логики предикатов первого порядка логическая формула иммунного статуса человека, основанная на аксиомах №1 – №4 будет иметь следующий вид, идентифицируемый [1] :

$$\begin{aligned}
 & (\forall X)(\forall \text{Лцт})(\forall \text{Лфцт1}) \dots (\forall \text{Лфцт10})(\forall \text{Рцт1}) \dots (\forall \text{Рцт7})(\forall \text{Тк})(\forall \text{Тх})(\forall \text{Тс})(\forall \text{Тн})(\forall \text{В1})(\forall \text{В2}) \\
 & (\forall \text{Вк})(\forall \text{Вс})(\forall \text{Фал})(\forall \text{Прал})(\forall \text{Цик})(\forall \text{IgG})(\forall \text{IgM})(\forall \text{IgA})(\forall \text{IgD})(\forall \text{IgE})(\forall \text{С1}) \dots (\forall \text{С9})(\forall \text{Срб}) \\
 & (\forall \text{Фб})(\forall \text{Сэпт})(\forall \text{Вис})(\forall \text{Пис})(\forall \text{Ип})(\forall \text{Дс})(\forall \text{Пс})(\forall \text{МПс})(\forall \text{Сл})(\forall \text{Мч})(\forall \text{Кш})(\forall \text{Чх})(\forall \text{Рв}) \\
 & (\forall \text{Др})(\forall \text{Бд})(\forall \text{Лиз})(\forall \text{Флпз})(\forall \text{Скт})(\forall \text{Пф})(\forall \text{Ком})(\forall \text{Прф})(\forall \text{Вцк})(\forall \text{Впр})(\forall \text{Влтр})(\forall \text{Ском}) \\
 & (\forall \text{Ким})(\forall \text{Гумим})(\forall \text{Is№Y})(p1(X, \text{Лцт}, \text{Лфцт1}, \dots, \text{Лфцт10}, \text{Рцт1}, \dots, \text{Рцт7}, \text{Тк}, \text{Тх}, \text{Тс}, \text{Тн}, \\
 & \text{В1}, \text{В2}, \text{Вк}, \text{Вс}, \text{Фал}, \text{Прал}, \text{Цик}, \text{IgG}, \text{IgM}, \text{IgA}, \text{IgD}, \text{IgE}) \wedge p2(X, \text{С1}, \dots, \text{С9}, \text{IgG}, \text{IgM}, \text{IgA}, \\
 & \text{IgD}, \text{IgE}, \text{Цик}, \text{Срб}) \wedge p3(X, \text{Фб}, \text{Сэпт}, \text{Вис}, \text{Пис}, \text{Ип}, \text{Дс}, \text{Пс}, \text{МПс}, \text{Сл}, \text{Мч}, \text{Кш}, \text{Чх}, \text{Рв}, \text{Др}, \\
 & \text{Бд}, \text{Лиз}, \text{Флпз}, \text{Скт}, \text{Пф}, \text{Ком}, \text{Прф}, \text{Вцк}, \text{Впр}, \text{Влтр}, \text{Ском}, \text{Ким}, \text{Гумим}) \Rightarrow p4(X, \text{Is№Y}) \\
 & \Rightarrow \\
 & (\exists X)(\exists \text{Лцт})(\exists \text{Лфцт1}) \dots (\exists \text{Лфцт10})(\exists \text{Рцт1}) \dots (\exists \text{Рцт7})(\exists \text{Тк})(\exists \text{Тх})(\exists \text{Тс})(\exists \text{Тн})(\exists \text{В1})(\exists \text{В2}) \\
 & (\exists \text{Вк})(\exists \text{Вс})(\exists \text{Фал})(\exists \text{Прал})(\exists \text{Цик})(\exists \text{IgG})(\exists \text{IgM})(\exists \text{IgA})(\exists \text{IgD})(\exists \text{IgE})(\exists \text{С1}) \dots (\exists \text{С9})(\exists \text{Срб}) \\
 & (\exists \text{Фб})(\exists \text{Сэпт})(\exists \text{Вис})(\exists \text{Пис})(\exists \text{Ип})(\exists \text{Дс})(\exists \text{Пс})(\exists \text{МПс})(\exists \text{Сл})(\exists \text{Мч})(\exists \text{Кш})(\exists \text{Чх})(\exists \text{Рв}) \\
 & (\exists \text{Др})(\exists \text{Бд})(\exists \text{Лиз})(\exists \text{Флпз})(\exists \text{Скт})(\exists \text{Пф})(\exists \text{Ком})(\exists \text{Прф})(\exists \text{Вцк})(\exists \text{Впр})(\exists \text{Влтр})(\exists \text{Ском}) \\
 & (\exists \text{Ким})(\exists \text{Гумим})(\exists \text{Is№Y})(p1(X, \text{Лцт}, \text{Лфцт1}, \dots, \text{Лфцт10}, \text{Рцт1}, \dots, \text{Рцт7}, \text{Тк}, \text{Тх}, \text{Тс}, \text{Тн}, \text{В1}, \\
 & \text{В2}, \text{Вк}, \text{Вс}, \text{Фал}, \text{Прал}, \text{Цик}, \text{IgG}, \text{IgM}, \text{IgA}, \text{IgD}, \text{IgE}) \wedge p2(X, \text{С1}, \dots, \text{С9}, \text{IgG}, \text{IgM}, \text{IgA}, \text{IgD}, \\
 & \text{IgE}, \text{Цик}, \text{Срб}) \wedge p3(X, \text{Фб}, \text{Сэпт}, \text{Вис}, \text{Пис}, \text{Ип}, \text{Дс}, \text{Пс}, \text{МПс}, \text{Сл}, \text{Мч}, \text{Кш}, \text{Чх}, \text{Рв}, \text{Др}, \text{Бд}, \\
 & \text{Лиз}, \text{Флпз}, \text{Скт}, \text{Пф}, \text{Ком}, \text{Прф}, \text{Вцк}, \text{Впр}, \text{Влтр}, \text{Ском}, \text{Ким}, \text{Гумим}) \Rightarrow \\
 & \Rightarrow p4(X, \text{Is№Y}) \tag{1}
 \end{aligned}$$

В соответствии с теорией автоматического доказательства теорем, собственно доказательство будет выглядеть следующим образом.

Для того чтобы существенно сократить количество формальных символов в формуле [1] обозначим:

- идентификатором F_1 формулу:

$(p1(X, \text{Лцт}, \text{Лфцт1}, \dots, \text{Лфцт10}, \text{Рцт1}, \dots, \text{Рцт7}, \text{Тк}, \text{Тх}, \text{Тс}, \text{Тн}, \text{В1}, \text{В2}, \text{Вк}, \text{Вс}, \text{Фал}, \text{Прал}, \text{Цик}, \text{IgG}, \text{IgM}, \text{IgA}, \text{IgD}, \text{IgE}) \wedge p2(X, \text{С1}, \dots, \text{С9}, \text{IgG}, \text{IgM}, \text{IgA}, \text{IgD}, \text{IgE}, \text{Цик}, \text{Срб}) \wedge p3(X, \text{Фб}, \text{Сэпт}, \text{Вис}, \text{Пис}, \text{Ип}, \text{Дс}, \text{Пс}, \text{МПс}, \text{Сл}, \text{Мч}, \text{Кш}, \text{Чх}, \text{Рв}, \text{Др}, \text{Бд}, \text{Лиз}, \text{Флпз}, \text{Скт}, \text{Пф}, \text{Ком}, \text{Прф}, \text{Вцк}, \text{Впр}, \text{Влтр}, \text{Ском}, \text{Ким}, \text{Гумим});$

- идентификатором $(\forall Z)$ вектор кванторных комплексов:

$(\forall X)(\forall \text{Лцт})(\forall \text{Лфцт1}) \dots (\forall \text{Лфцт10})(\forall \text{Рцт1}) \dots (\forall \text{Рцт7})(\forall \text{Тк})(\forall \text{Тх})(\forall \text{Тс})(\forall \text{Тн})(\forall \text{В1})(\forall \text{В2})$
 $(\forall \text{Вк})(\forall \text{Вс})(\forall \text{Фал})(\forall \text{Прал})(\forall \text{Цик})(\forall \text{IgG})(\forall \text{IgM})(\forall \text{IgA})(\forall \text{IgD})(\forall \text{IgE})(\forall \text{С1}) \dots (\forall \text{С9})(\forall \text{Срб})$
 $(\forall \text{Фб})(\forall \text{Сэпт})(\forall \text{Вис})(\forall \text{Пис})(\forall \text{Ип})(\forall \text{Дс})(\forall \text{Пс})(\forall \text{МПс})(\forall \text{Сл})(\forall \text{Мч})(\forall \text{Кш})(\forall \text{Чх})(\forall \text{Рв})$
 $(\forall \text{Др})(\forall \text{Бд})(\forall \text{Лиз})(\forall \text{Флпз})(\forall \text{Скт})(\forall \text{Пф})(\forall \text{Ком})(\forall \text{Прф})(\forall \text{Вцк})(\forall \text{Впр})(\forall \text{Влтр})(\forall \text{Ском})$

$(\forall \text{Ким})(\forall \text{Гумим})(\forall \text{Is№Y});$

- идентификатором $(\exists Y)$ вектор кванторных комплексов:

$(\exists X)(\exists \text{Лцт})(\exists \text{Лфцт1}) \dots (\exists \text{Лфцт10})(\exists \text{Рцт1}) \dots (\exists \text{Рцт7})(\exists \text{Тк})(\exists \text{Тх})(\exists \text{Тс})(\exists \text{Тн})(\exists \text{В1})(\exists \text{В2})(\exists \text{Вк})(\exists \text{Вс})(\exists \text{Фал})(\exists \text{Прал})(\exists \text{Цик})(\exists \text{IgG})(\exists \text{IgM})(\exists \text{IgA})(\exists \text{IgD})(\exists \text{IgE})(\exists \text{С1}) \dots (\exists \text{С9})(\exists \text{Срб})(\exists \text{Фб})(\exists \text{Сэпт})(\exists \text{Вис})(\exists \text{Пис})(\exists \text{Ип})(\exists \text{Дс})(\exists \text{Пс})(\exists \text{МПс})(\exists \text{Сл})(\exists \text{Мч})(\exists \text{Кш})(\exists \text{Чх})(\exists \text{Рв})(\exists \text{Др})(\exists \text{Бд})(\exists \text{Лиз})(\exists \text{Флпз})(\exists \text{Скт})(\exists \text{Пф})(\exists \text{Ком})(\exists \text{Прф})(\exists \text{Вцк})(\exists \text{Впр})(\exists \text{Влтр})(\exists \text{Ском})(\exists \text{Ким})(\exists \text{Гумим})(\exists \text{Is№Y});$

Тогда формула [1] примет новый вид:

$$(\forall Z)(\exists Y_1 \vee p_4(X, \text{Is№Y})) \Rightarrow (\exists Y) (\exists Y_1 \vee p_4(X, \text{Is№Y})) \quad [2]$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 формальных правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Два из них выглядят так:

$$\begin{aligned} (F_1(X) \Rightarrow F_2(X)) &\equiv (\neg F_1(X) \vee F_2(X)) \\ (F_1(X) \Rightarrow F_2(X)) &\equiv (F_1(X) \wedge \neg F_2(X)) \end{aligned}$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [2] примет такой вид:

$$(\exists Y_1 \vee p_4(X, \text{Is№Y})) \wedge \neg (\exists Y_1 \vee p_4(X, \text{Is№Y})) \quad [3]$$

Формула [3] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов.

Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методология автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.

Следовательно, теорема успешно доказана.

Заключение

Как видно из доказательства, в теореме речь идет лишь об установлении факта соответствия **Иммунного статуса** (Is) исследуемого человека (X) иммунному статусу здорового человека соответствующего возраста и пола, имеющего нормативный показатель статуса (№Y).

Однако если естествоиспытателями будут созданы корректные рекомендации по регулированию отношений между физическими переменными, функционально полно характеризующими иммунный статус человека и улучшающими его, то рассматриваемая математическая модель останется неизменной, но в ней появятся дополнительные логические формулы, функционально полно и адекватно отражающие смысл отношений между физическими переменными, улучшающими иммунный статус человека.

Литература

1. Чепель Э Основы клинической иммунологии. Перевод с англ. 5-е издание. - М.ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 416 с. - ISBN 978-1-4051-2761-5.

2. Попов Н. Н. Клиническая иммунология и аллергология. — М.: Реинфор, 2004, — 524 с. — ISBN 5-94944-014-5.
3. Иммунология. Под ред. Хаитова Р.М.. — М.: Медицина, 2000. - 425 с. - ISBN 522504543X.
4. Кондратенко В.А. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. “Алефа”. 2010 г. -267 стр.

Кондратенко В.А.

Создание формальной логико-диалектической модели нервной системы человека

Современная наука требует от естествоиспытателей отражения познанных естественных законов жизнедеятельности всего живого исключительно в математическом формате: так обеспечивается афористический (когда смысл одной формулы эквивалентен смыслу вербального текста, отражённого не менее чем на 350 страницах) стиль представления новых научных знаний и реализуется самоконтроль адекватности, корректности, достоверности и истинности (при наличии формального теоретического доказательства) новых знаний. По мнению автора, созрели для математизации и знания о роли нервной системы в жизнедеятельности организма человека. Цель статьи, собственно, и заключается в авторском представлении формальной логико-диалектической модели (ЛДМ) нервной системы человека.

Так как ЛДМ оригинальна не только по форме, но и по содержанию, то она нуждается в кратком представлении её сущности.

Под **логико-диалектической моделью** (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

1. набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
2. все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно-следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями, выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
3. логические отношения между переменными состояниями в конкретном явлении отражаются в формульном виде;
4. все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины),

так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в

поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости; **диалектические** отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Комплекс знаний о физиологии человека, отражающий роль нервной системы в его жизнедеятельности

Нервную систему (несомненно, самую сложную систему организма человека) образуют нервные клетки (**нейроны**), связанные в единую сеть численностью более 100 миллионов клеток, а также еще большее число глиальных клеток, выполняющих вспомогательные функции. Каждый нейрон связан в среднем не меньше чем с 1000 других нейронов, в результате чего формируется очень сложная система обмена информацией.

Группы нейронов образуют **цепи**. Подобно электронным цепям, нейральные цепи представляют собой высокоспециализированные сочетания элементов, которые образуют системы различных размеров и сложности. Хотя нейральные цепи могут существовать и поодиночке, в большинстве случаев встречаются взаимодействующие комбинации из двух или большего количества цепей, которые обеспечивают выполнение какой-то функции. Нейральная функция является совокупностью координированных процессов, которые должны приводить к определенному результату. Некоторое число элементарных цепей могут комбинироваться с формированием систем более высокого порядка.

Нервная ткань распределена по всему телу в виде интегрированной коммуникационной сети. Анатомически в состав нервной системы входят **центральная нервная система**, состоящая из головного, спинного мозга, и **периферическая нервная система**, включающая нервные волокна и небольшие скопления нервных клеток — **нервные узлы**, или ганглии (см. рис. 1, рис. 2).

Нервная система человека по морфологическим признакам подразделяется на:

- центральную нервную систему

<u>Головной мозг</u>	<u>Передний мозг</u>	<u>Конечный мозг</u>	<u>Обонятельный мозг</u> , <u>Базальные ганглии</u> , <u>Кора больших полушарий</u> , <u>Боковые желудочки</u>
		<u>Промежуточный мозг</u>	<u>Эпиталамус</u> , <u>Таламус</u> , <u>Гипоталамус</u> , <u>Третий желудочек</u>
	<u>Стол мозга</u>	<u>Средний мозг</u>	<u>Четверохолмие</u> , <u>Ножки мозга</u> , <u>Сильвиев водопровод</u>

		<u>Ромбовидный мозг</u>	<u>Задний мозг</u>	<u>Варолиев мост, Мозжечок</u>
			<u>Продолговатый мозг</u>	
<u>Спинной мозг</u>				

- периферическую нервную систему

Рисунок 1.

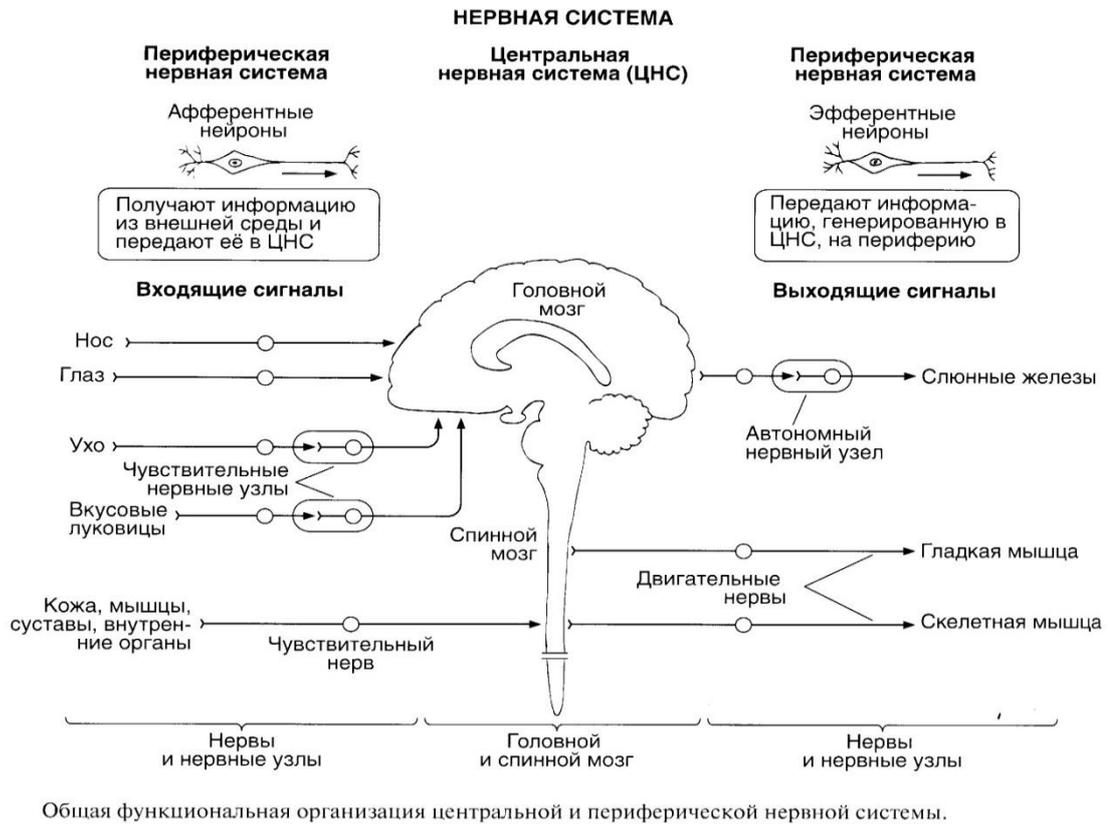


Рисунок 2.

В структуре нервной ткани можно выделить два типа клеток: это **нервные клетки**, или **нейроны**, которые обычно имеют многочисленные длинные отростки, и **глиальные клетки** (греч. *glia* — клей) нескольких типов с короткими отростками, которые поддерживают и защищают нейроны, обеспечивают их активность и питание, а также

участвуют в защитных процессах в центральной нервной системе.

Исследование нервной ткани в последнее время получило очень быстрое развитие благодаря использованию маркеров, которые позволяют идентифицировать нейроны и клетки глии, и молекул, которые распространяются в ретроградном направлении, что создает возможность более точного изучения нейронных цепей.

Нейроны реагируют на изменения окружающей среды (**стимулы**), изменяя электрические потенциалы, существующие между внутренней и наружной поверхностями их мембраны. Клетки, обладающие такими свойствами (например, нейроны, мышечные клетки, некоторые железистые клетки), известны как **возбудимые**, или **раздражимые**. Нейроны быстро реагируют на стимулы изменениями электрических потенциалов, которые могут быть ограничены участком, воспринимающим стимул, или могут передаваться (распространяться) по нейрону по его плазматической мембране. Такое распространяющееся изменение — **потенциал действия**, или **нервный импульс**, — способно передаваться на большие расстояния; оно несет информацию к другим нейронам, мышцам и железам.

Благодаря созданию, анализу, идентификации и интеграции информации, нервная система обеспечивает два главных класса функций: стабилизацию параметров внутренней среды организма (например, давления крови, содержания в ней кислорода и углекислого газа, pH, уровня глюкозы и гормонов в крови) в нормальных пределах и поведенческие стереотипы (например, питания, репродуктивный, защитный, взаимодействия с другими живыми существами).

Гистогенез

Нервные ткани развиваются из эктодермы эмбриона, дифференцировка которой индуцируется подлежащей хордой. Сначала происходит образование нервной пластинки, затем края пластинки утолщаются, формируя нервный желобок. Края желобка растут по направлению друг к другу и в конечном итоге сливаются между собой, образуя нервную трубку. Эта структура дает начало всей центральной нервной системе, включая нейроны, глиальные клетки, клетки эпендимы и эпителиальные клетки сосудистого сплетения.

Клетки, расположенные по краям нервного желобка, образуют **нервный гребень**. Эти клетки претерпевают очень активную миграцию и становятся источником формирования периферической нервной системы, а также целого ряда других структур.

Производные нервного гребня включают:

- хромоаффинные клетки мозгового вещества надпочечников;
- меланоциты кожи и подкожной ткани;
- одонтобласты;
- клетки мягкой мозговой оболочки и паутинной оболочки;
- чувствительные нейроны черепных и спинальных сенсорных (чувствительных) нервных узлов;
- постганглионарные нейроны симпатических и парасимпатических нервных узлов;
- шванновские клетки периферических аксонов;
- сателлитные клетки периферических нервных узлов.

Нейроны

Нервные клетки, или нейроны, обеспечивают рецепцию, передачу и обработку информации, запуск некоторых видов клеточной активности, а также выделение нейромедиаторов и других информационных молекул.

В большинстве нейронов имеются три части:

- **дендриты**, которые являются множественными удлинёнными отростками, специализированными на восприятии сигналов из окружающей среды — от сенсорных (чувствительных) эпителиальных клеток или от других нейронов;
- **клеточное тело**, или **перикарион** (греч. *peri* — вокруг + *карион* — ядро), которое является трофическим центром всей нервной клетки и также чувствительно к сигналам;
- **аксон** (от греч. *axon* — ось), который является единственным отростком, специализированным на выработке или проведении нервных импульсов к другим клеткам (нервным, мышечным и железистым). Аксоны могут также получать информацию от других нейронов; эта информация главным образом модифицирует передачу потенциалов действия к другим нейронам. Дистальная часть аксона обычно разветвленная и образует **терминальное древовидное ветвление**. Каждый элемент этого ветвления, заканчиваясь на следующей клетке, формирует **концевые расширения (бутоны)**, которые взаимодействуют с другими нейронами или клетками, не относящимися к нервным, образуя структуры, известные как **синапсы**. Синапсы передают информацию следующей клетке в данной цепочке.

Нейроны и их отростки исключительно сильно варьируют по размерам и форме. Их клеточные тела могут быть сферическими, овоидными или угловатыми; некоторые из них очень крупные — достигают в диаметре 150 мкм и настолько велики, что их можно увидеть невооружённым глазом. Другие нервные клетки находятся среди самых мелких клеток нашего организма; например, диаметр клеточных тел зернистых клеток мозжечка достигает всего лишь 4—5 мкм.

На основании размеров и формы отростков большинство нейронов можно отнести к одной из следующих категорий):

мультиполярные нейроны, у которых имеются более двух клеточных отростков, причем один отросток — это аксон, а остальные — дендриты, **биполярные нейроны** с одним дендритом и одним аксоном и **псевдоуниполярные нейроны**, имеющие один отросток, который располагается вблизи перикариона и разделяется на две ветви. Этот отросток имеет Т-образную форму, причем одна ветвь тянется к периферическому окончанию, а другая направляется к центральной нервной системе. В псевдоуниполярных нейронах сигналы, которые воспринимаются дендритами, направляются непосредственно в аксонную терминаль, не проходя через перикарион. В процессе созревания псевдоуниполярных нейронов центральное (аксон) и периферическое (дендрит) волокна сливаются друг с другом, превращаясь в единое волокно. В этих нейронах клеточное тело, по-видимому, не участвует в проведении импульсов, хотя оно синтезирует многие молекулы, включая нейромедиаторы, которые перемещаются в периферические волокна. Большая часть нейронов в организме являются мультиполярными. Биполярные нейроны обнаруживаются в улитковом и вестибулярном нервных узлах, а также в сетчатке глаза и обонятельной слизистой оболочке. Псевдоуниполярные нейроны находятся в спинальных нервных узлах (сенсорных нервных узлах, расположенных в дорсальных корешках спинальных нервов). Они обнаруживаются также в большинстве краниальных узлов. Нейроны можно также разделить в соответствии с их функциональной ролью.

Мотонейроны (двигательные, или эфферентные, нейроны) регулируют деятельность исполнительных органов, таких, как мышечные волокна и экзокринные или эндокринные железы, **Сенсорные (чувствительные, или афферентные) нейроны** участвуют в восприятии сенсорных сигналов из окружающей среды и из организма. Вставочные нейроны (**интернейроны**) обеспечивают связи между другими нейронами, формируя сложные функциональные сети, или цепи (как, например, в сетчатке глаза).

В ходе эволюции млекопитающих произошло резкое увеличение числа и сложности вставочных нейронов. Высокоспециализированные функции нервной системы не могут обеспечиваться простыми нейронными цепями; напротив, они зависят от сложных взаимодействий, связанных с интегрированными функциями многих нейронов.

В центральной нервной системе тела нервных клеток располагаются только в сером веществе. Белое вещество содержит отростки нейронов, но в нем отсутствуют тела нервных клеток. В периферической нервной системе клеточные тела обнаруживаются в нервных узлах и некоторых сенсорных зонах (например, в обонятельной слизистой оболочке).

Тело нервной клетки

Тело нервной клетки (другое название — **перикарион**) представляет собой часть нейрона, которая содержит ядро и окружающую цитоплазму, за исключением отростков клетки. Оно является главным образом трофическим центром, хотя обладает также способностью к рецепции сигналов. Перикарион большинства нейронов покрыт большим количеством нервных окончаний, которые приносят возбуждающие или угнетающие импульсы, генерированные в других нервных клетках.

Большая часть нервных клеток имеют сферическое необычно крупное эухроматическое (бледноокрашенное) ядро с крупным ядрышком. Двухядерные нервные клетки встречаются в симпатических и сенсорных (чувствительных) нервных узлах. Хроматин — мелкодисперсный, что отражает высокую синтетическую активность этих клеток.

Клеточное тело нейрона содержит сильно развитую гр ЭПС, которая собрана в агрегаты, состоящие из параллельно расположенных цистерн. В цитоплазме между цистернами находятся многочисленные полирибосомы, свидетельствуя о том, что эти клетки синтезируют как структурные белки, так и белки, предназначенные для транспорта. При использовании соответствующих красителей гр ЭПС и свободные рибосомы под световым микроскопом выглядят как базофильные зернистые участки цитоплазмы, известные как **тельца Ниссля**, или хроматофильная субстанция. Количество телец Ниссля варьирует в зависимости от типа нейрона и его функционального состояния. Они особенно многочисленны в крупных нервных клетках, таких, как мотонейроны. **Комплекс Гольджи** располагается только в клеточном теле нейрона и состоит из множественных параллельных рядов гладких цистерн, лежащих вокруг ядра. Митохондрии особенно многочисленны в окончаниях аксона. Они разбросаны также по всей цитоплазме клеточного тела.

Нейрофиламенты (промежуточные филаменты диаметром 10 нм) содержатся в значительных количествах в перикарионе и отростках клетки. Под действием некоторых фиксаторов нейрофиламенты склеиваются в пучки. При импрегнации серебром они образуют **нейрофибриллы**, которые видны под световым микроскопом. Нейроны содержат также микротрубочки, которые идентичны тем, что выявляются во многих других клетках. В нервных клетках иногда выявляются пигментные включения, например **липофусцин**, который представляет собой остатки материала, непереваренного лизосомами.

Дендриты

Дендриты (греч. dendron — дерево) — обычно короткие отростки, которые разделяются на более мелкие, подобно ветвям дерева. На них располагаются

многочисленные синапсы, и они служат главными участками нейронов, в которых происходит рецепция и обработка (процессинг) поступающих сигналов. Большинство нервных клеток имеют многочисленные дендриты, благодаря которым площадь рецепторной поверхности клетки существенно возрастает. Ветвление дендритов позволяет одному нейрону получать и интегрировать сигналы от большого числа аксонных терминалей других нервных клеток. Так, согласно проведенным оценкам, с дендритами одной клетки Пуркинье мозжечка устанавливаются функционально активные контакты до 200 000 аксонных терминалей. В других нервных клетках это число может быть еще более значительным. Биполярные нейроны, которые имеют только один дендрит, встречаются довольно редко и выявляются лишь в определенных участках. В отличие от аксонов, диаметр которых сохраняется неизменным от одного конца к другому, дендриты по мере ветвления становятся все тоньше. Состав цитоплазмы оснований дендритов вблизи тела нейрона сходен с таковым в перикарионе, однако в нем отсутствуют элементы комплекса Гольджи. Большая часть синапсов, имеющихся на нейронах, расположены на особых грибовидных структурах, которые известны как дендритные шипики. Шипики состоят из расширенной части — головки - и более узкой ножки, связанной со стволом дендрита. Длина шипиков составляет 1-3 мкм, диаметр – менее 1 мкм.

Шипики играют важную роль и встречаются в огромных количествах, например, в коре головного мозга человека их число достигает порядка 10^{14} . Дендритные шипики представляют собой первые участки, где происходит обработка синаптических сигналов, поступающих к нейрон. Аппарат, участвующий в этой обработке, содержится в белковом комплексе, прикрепленном к цитозольной поверхности постсинаптической мембраны. Он виден под электронным микроскопом и получил название постсинаптической мембраны задолго до того, как была выяснена его функция. Дендритные шипики участвуют в пластических изменениях, лежащих в основе адаптации, обучения и памяти. Они являются динамическими структурами, а их морфологическая пластичность обусловлена белком цитоскелета актином, который связан с развитием синапсов и их функциональной адаптацией у взрослых.

Аксоны

У большинства нейронов имеется только один аксон; очень немногие вообще не имеют аксона. Аксон представляет собой отросток цилиндрической формы, длина и диаметр которого варьируют в зависимости от типа нейрона. Хотя аксоны некоторых нейронов короткие, обычно они имеют значительную длину. Например, аксоны двигательных клеток спинного мозга, которые иннервируют мышцы стопы, могут достигать в длину 100 см.

Началом всех аксонов служит короткий участок пирамидной формы – аксонный холмик — который обычно отходит от перикариона. Плазматическая мембрана аксона известна как аксолема (греч. *axo* — ось + *eilema* — оболочка), а его содержимое — как **аксоплазма**.

В нейронах, от которых отходит аксон, покрытый миелиновой оболочкой, имеется особый участок между аксонным холмиком и точкой, в которой начинается миелинизация, — **начальный сегмент**. Он является тем самым местом, в котором происходит алгебраическое суммирование различных возбуждающих и ингибирующих импульсов, приходящих к нейрону, результатом чего является решение о том, будет ли или нет распространяться потенциал действия, или нервный импульс. Известно, что в начальном сегменте локализуются несколько типов ионных каналов, причем они очень важны для

генерирования изменений электрического потенциала, которые образуют потенциал действия. В отличие от дендритов, аксон имеет постоянный диаметр и ветвится очень слабо. Иногда аксон сразу же после своего выхода из клеточного тела формирует ветвь, которая возвращается в область тела нервной клетки. Все аксонные ответвления известны как **коллатеральные ветви**. Цитоплазма аксона (аксоплазма) содержит митохондрии, микротрубочки, нейрофиламенты и некоторое количество цистерн аЭПС. Отсутствие полирибосом и грЭПС свидетельствует о том, что поддержание жизнедеятельности аксона зависит от перикариона. При перерезке аксона его периферическая часть подвергается дегенерации и гибнет.

По аксону осуществляется очень активный двусторонний транспорт мелких и крупных молекул. Макромолекулы и органеллы, которые синтезируются в клеточном теле нейрона, непрерывно транспортируются по аксону к его терминалям. Механизмом этого переноса является **антероградный ток** (транспорт).

Антероградный ток осуществляется с тремя различными скоростями. Медленный ток (со скоростью нескольких миллиметров в сутки) транспортирует белки и актиновые филаменты. Ток с промежуточной скоростью переносит митохондрии, а быстрый ток (скорость которого в 100 раз выше) транспортирует вещества, содержащиеся в пузырьках, которые необходимы в аксонной терминали во время передачи нервного импульса.

Одновременно с антероградным током имеется ретроградный ток (транспорт), который переносит в противоположном направлении (к клеточному телу) некоторые молекулы, включая материал, захваченный с помощью эндоцитоза (в том числе вирусы и токсины). Этот процесс используют для изучения проекций нейронов, для чего пероксидазу или другой маркер инъецируют в область расположения аксонных терминалей, а спустя некоторое время прослеживают его распределение.

Моторные белки, связанные с аксональным током, включают **динеин** — белок, обладающий АТФазной активностью, который имеется в микротрубочках (связан с ретроградным током), и **кинезин** — АТФаза, активируемая микротрубочками, который прикрепляется к пузырькам и обеспечивает антероградный ток в аксоне.

Мембранные потенциалы

На мембране нервных клеток находятся молекулы, которые функционируют в качестве насосов и каналов, транспортирующих ионы в цитоплазму и из нее. Аксолема, или пограничная мембрана аксона, удаляет Na^+ из аксоплазмы, поддерживая концентрацию Na^+ , которая составляет лишь одну десятую часть имеющейся во внеклеточной жидкости. Напротив, концентрация K^+ поддерживается на уровне, который во много раз выше, чем преобладающий во внеклеточной среде. Вследствие этого между поверхностями аксолеммы имеется разница потенциалов порядка -65 мВ, при этом внутренняя поверхность отрицательно заряжена по отношению к наружной. Эта разница составляет **мембранный потенциал покоя**. При стимуляции нейрона открываются ионные каналы, и происходит быстрый приток внеклеточного Na^+ (иона, концентрация которого многократно выше во внеклеточной жидкости по сравнению с таковой в цитоплазме), что вызывает изменение потенциала покоя с -65 мВ до $+30$ мВ. Внутренняя часть клетки становится положительно заряженной по отношению к внеклеточной среде, в результате чего возникает **потенциал действия**, или **нервный импульс**. Однако потенциал величиной $+30$ мВ закрывает натриевые каналы, и мембрана аксона вновь становится непроницаемой для этого иона. В аксонах в течение нескольких миллисекунд открытие калиевых каналов изменяет это соотношение ионов. В результате повышенной внутриклеточной концентрации калия этот ион покидает аксон посредством диффузии, и мембранный

потенциал возвращается к -65 мВ, вызывая окончание потенциала действия. Продолжительность описанных событий очень мала (около 5 мс), причем они развиваются на крайне маленькой площади мембраны. Однако потенциал действия распространяется вдоль мембраны, т.е. электрические изменения открывают соседние натриевые каналы и, впоследствии, калиевые каналы. Таким путем потенциал действия с высокой скоростью распространяется вдоль аксона. Когда потенциал действия достигает нервного окончания, он вызывает выделение накопленного нейромедиатора, который стимулирует или угнетает другой нейрон или клетку, не относящуюся к нейральным, как, например, мышечную или железистую.

Синаптическая связь

Синапс (греч. *synapsis* — объединение) обеспечивает однонаправленную передачу нервных импульсов. Синапсы являются участками функционального контакта между нейронами или между нейронами и другими эффекторными клетками (например, мышечными и железистыми). Функция синапса состоит в превращении электрического сигнала (импульса), передаваемого **пресинаптической клеткой**, в химический сигнал, который воздействует на другую клетку, известную как **постсинаптическая клетка**. Большинство синапсов передают информацию, выделяя **нейромедиаторы** в ходе процесса распространения сигнала. Нейромедиаторы — это химические соединения, которые, связываясь с рецепторным белком, открывают или закрывают ионные каналы либо запускают каскады второго посредника. **Нейромодуляторы** представляют собой химические посредники, которые напрямую не действуют на синапсы, но изменяют (модифицируют) чувствительность нейрона к синаптической стимуляции или к синаптическому торможению. Некоторые нейромодуляторы являются нейропептидами или стероидами и вырабатываются в нервной ткани, другие — циркулирующими в крови стероидами. В состав самого синапса входят терминаль аксона (**пресинаптическая терминаль**), приносящая сигнал, участок на поверхности другой клетки, в котором генерируется новый сигнал (**постсинаптическая терминаль**), и узкое межклеточное пространство — **синаптическая щель**. Если аксон оканчивается на клеточном теле, это — **аксосоматический синапс**, если он оканчивается на дендрите, то такой синапс известен как **аксодендритический**, и если он образует синапс на аксоне — это **аксоаксональный синапс**.

Большая часть синапсов — **химические синапсы**, поскольку в них используются химические посредники, однако отдельные синапсы передают ионные сигналы через щелевые соединения, которые пронизывают пре- и постсинаптическую мембраны, тем самым обеспечивая прямое проведение нейронных сигналов. Такие контакты известны как **электрические синапсы**.

Пресинаптическая терминаль всегда содержит **синаптические пузырьки** с нейромедиаторами и многочисленные **митохондрии**.

Нейромедиаторы обычно синтезируются в клеточном теле; далее они запасаются в пузырьках в пресинаптической части синапса. В ходе передачи нервного импульса они выделяются в синаптическую щель посредством процесса, известного как **экзоцитоз**. **Эндоцитоз** способствует возвращению избыточной мембраны, которая накапливается в пресинаптической части в результате экзоцитоза синаптических пузырьков. Возвращенная мембрана сливается с аЭПС пресинаптического компартмента и повторно используется для образования новых синаптических пузырьков. Некоторые нейромедиаторы синтезируются в пресинаптическом компартменте при использовании ферментов и предшественников, которые доставляются механизмом аксонального транспорта.

Первыми описанными нейромедиаторами были ацетилхолин и норадреналин. Аксонная терминаль, выделяет норадреналин. Большая часть нейромедиаторов являются аминами, аминокислотами или мелкими пептидами (нейропептиды). Действием нейромедиаторов могут обладать и некоторые неорганические вещества, такие, как оксид азота. Отдельные пептиды, играющие роль нейромедиаторов, используются в других участках организма, например в качестве гормонов в пищеварительном тракте. Нейропептиды очень важны в регуляции ощущений и побуждений, таких, как боль, удовольствие, голод, жажда и половое влечение.

Последовательность явлений при передаче сигнала в химическом синапсе

Нервные импульсы, быстро (в течение миллисекунд) пробегающие по клеточной мембране, вызывают взрывообразную электрическую активность (деполяризацию), которая распространяется по мембране клетки. Такие импульсы на короткое время открывают кальциевые каналы в пресинаптической области, обеспечивая приток кальция, который запускает экзоцитоз синаптических пузырьков. В участках экзоцитоза выделяются нейромедиаторы, которые реагируют с рецепторами, расположенными на постсинаптическом участке, вызывая транзиторную электрическую активность (деполяризацию) постсинаптической мембраны. Такие синапсы известны как возбуждающие, поскольку их активность способствует возникновению импульсов в постсинаптической клеточной мембране. В некоторых синапсах взаимодействие нейромедиатор—рецептор дает противоположный эффект — возникает гиперполяризация, причем передача нервного импульса отсутствует. Эти синапсы известны как тормозные. Таким образом, синапсы могут либо усиливать, либо угнетать передачу импульсов, тем самым они способны регулировать нервную активность. После использования нейромедиаторы быстро удаляются вследствие ферментного разрушения, диффузии или эндоцитоза, опосредованного специфическими рецепторами на пресинаптической мембране. Такое удаление нейромедиаторов имеет важное функциональное значение, поскольку оно предотвращает нежелательную продолжительную стимуляцию постсинаптического нейрона.

Глиальные клетки и активность нейронов

Глиальные клетки в 10 раз более многочисленны чем нейроны в головном мозгу млекопитающих; они окружают как клеточные тела нейронов, так и их аксоны и дендриты, расположенные в пространства между телами нейронов.

Нервная ткань располагает лишь очень малым количеством межклеточного вещества, поэтому глиальные клетки обеспечивают микроокружение, необходимое для деятельности нейронов.

Олигодендроциты

Олигодендроциты (греч. *oligos* — малый + *dendron* — дерево + *kytos* — клетка) образуют миелиновую оболочку, которая обеспечивает электрическую изоляцию нейронов в центральной нервной системе. У этих клеток имеются отростки, которые обертываются вокруг аксонов, образуя миелиновую оболочку.

Шванновские клетки

Шванновские клетки (нейролеммоциты) выполняют такую же функцию, что и олигодендроциты, но располагаются вокруг аксонов в периферической нервной системе. Каждая шванновская клетка формирует миелин вокруг сегмента одного аксона, тогда как олигодендроциты, напротив, способны ветвиться и обслуживать более одного нейрона с его отростками.

Астроциты

Астроциты (греч. *astron* — звезда + *kytos* — клетка) представляют собой клетки звездчатой формы, имеющие множественные отростки, которые расходятся в разные стороны наподобие лучей. В этих клетках содержатся усиливающие их структуру пучки промежуточных филаментов, которые образует **глиальный фибриллярный кислый белок**. Астроциты связывают нейроны с капиллярами и мягкой мозговой оболочкой (тонкой соединительнотканной оболочкой, покрывающей центральную нервную систему). Астроциты с отдельными длинными отростками известны как **волокнистые астроциты**, они располагаются в белом веществе; **протоплазматические астроциты**, с многочисленными короткими разветвленными отростками, обнаруживаются в сером веществе. Астроциты намного превосходят по численности другие глиальные клетки и характеризуются исключительным морфологическим и функциональным многообразием.

Помимо своей опорной функции, астроциты участвуют в регуляции ионного и химического состава среды, окружающей нейроны. Некоторые астроциты формируют отростки с расширенными концевыми участками — ножками, которые связаны с эндотелиальными клетками. Предполагается, что посредством этих концевых ножек астроциты переносят молекулы и ионы из крови к нейронам. Расширенные отростки этих клеток присутствуют также на наружной поверхности центральной нервной системы, где они образуют сплошной слой. Более того, при повреждениях центральной нервной системы астроциты пролиферируют и образуют клеточную рубцовую ткань.

Астроциты играют роль также и в регуляции многочисленных функций центральной нервной системы. В условиях *in vitro* астроциты экспрессируют адренергические рецепторы, рецепторы аминокислот (например, у-аминомасляной кислоты — ГАМК) и рецепторы пептидов [включая натриуретический пептид, ангиотензин II, эндотелины, вазоактивный интестинальный пептид и тиротропин-рилизинг гормон (ТРГ)]. В связи с присутствием на астроцитах этих и других рецепторов, они чувствительны к некоторым стимулам.

Астроциты могут влиять на жизнеспособность и активность нейронов благодаря их способности регулировать компоненты внеклеточной окружающей среды, поглощать возникающий локально избыток нейромедиаторов и выделять метаболические и нейроактивные молекулы. Последние включают пептиды семейства ангиотензиногена, вазоактивные эндотелины, предшественники опиоидов — **энкефалины** и соматостатин, потенциально обладающий нейротрофическим действием. С другой стороны, имеются данные о том, что астроциты транспортируют богатые энергией соединения из крови к нейронам, а также метаболически преобразуют глюкозу в лактат, которым далее снабжают нейроны.

Наконец, благодаря щелевым соединениям астроциты непосредственно связаны между собой и образуют сеть, по которой из одной точки в другую может передаваться информация, достигая отдаленных участков. Так, например, посредством щелевых соединений и выделения различных цитокинов астроциты могут взаимодействовать с

олигодендроцитами и влиять на обновление миелина как в нормальных, так и в патологических условиях.

Клетки эпендимы

Клетки эпендимы представляют собой низкие столбчатые эпителиальные клетки, которые выстилают желудочки головного мозга и центральный канал спинного мозга. В некоторых участках у клеток эпендимы имеются реснички, что способствует перемещению спинномозговой жидкости.

Микроглия

Микроглия (греч. *micros* — мелкий + *glia* — клей) — это мелкие удлинённые клетки с короткими отростками неправильной формы. Их можно распознать на обычных препаратах, окрашенных гематоксилином—эозином, по их плотным удлинённым ядрам, которые контрастируют со сферическими ядрами других глиальных клеток. Микроглия — фагоцитирующие клетки, которые представляют систему мононуклеарных фагоцитов в нервной ткани и происходят из костномозговых клеток-предшественников. Они участвуют в реакциях воспаления и регенерации в центральной нервной системе взрослых, а также вырабатывают и выделяют нейтральные протеазы и окислительные радикалы. При активации клетки микроглии втягивают свои отростки и приобретают морфологические характеристики макрофагов, становясь активно фагоцитирующими клетками и выполняя также роль АПК. Микроглия секретирует ряд иммуно- регуляторных цитокинов и удаляет нежелательный клеточный детрит, образующийся при повреждениях центральной нервной системы.

Центральная нервная система включает **большой мозг, мозжечок и спинной мозг**. Она почти не содержит соединительной ткани, поэтому ее органы относительно мягкие, гелеобразные.

На разрезе в большом мозгу, мозжечке и спинном мозгу выявляются участки, имеющие белый цвет (**белое вещество**) и серый цвет (**серое вещество**). Эти различия обусловлены неравномерным распределением миелина в центральной нервной системе: главным компонентом белого вещества являются покрытые миелиновой оболочкой аксоны, а также образующие миелин олигодендроциты. Белое вещество не содержит тел нейронов.

Серое вещество содержит тела нейронов, дендриты, начальные безмиелиновые участки аксонов, а также глиальные клетки. Именно в этой области встречаются синапсы. Серое вещество преобладает на поверхности большого мозга и мозжечка, им образована **кора большого мозга и мозжечка**, тогда как белое вещество находится в более центральных участках. Скопления тел нейронов, формирующие островки серого вещества внутри белого вещества, образуют **ядра**. **Кора большого мозга** состоит из шести слоев клеток различных форм и размеров. Нейроны некоторых отделов коры большого мозга воспринимают **афферентные (сенсорные, или чувствительные)** импульсы; в других участках **эфферентные** нейроны (**двигательные нейроны, или мотонейроны**) генерируют двигательные импульсы, которые контролируют произвольные движения.

Клетки коры большого мозга участвуют в интеграции сенсорной (чувствительной) информации и инициации произвольных двигательных реакций.

Кора мозжечка содержит три слоя: наружный молекулярный слой, центральный слой, состоящий из крупных клеток Пуркинье, и внутренний зернистый слой. Клетки Пуркинье имеют крупное клеточное тело, их дендриты очень хорошо развиты и имеют вид веера. Эти дендриты занимают большую часть молекулярного слоя, отчего ядра в нем сравнительно немногочисленны. Зернистый слой образован очень мелкими нейронами (самыми мелкими в организме), которые располагаются компактно, в отличие от молекулярного слоя, в котором клетки лежат менее плотно.

Спинной мозг образован белым веществом, которое располагается на периферии, и серым веществом, сосредоточенным в его центральной части и имеющим форму буквы «Н». В горизонтальной перекладине этой буквы «Н» имеется отверстие — **центральный канал**, который является остатком просвета нервной трубки эмбриона. Он выстлан клетками эпендимы. Серое вещество в области передних краев («ножек») буквы «Н» образует **передние рога**. Последние содержат мотонейроны, чьи аксоны образуют вентральные (передние) корешки спинальных нервов. Серое вещество также образует **задние рога** («ручки» буквы «Н»), которые получают сенсорные (чувствительные) волокна от нейронов, лежащих в спинальных нервных узлах (задние, или дорсальные, корешки).

Нейроны спинного мозга больших размеров, мультиполярные, особенно в передних рогах, где располагаются крупные мотонейроны.

Мозговые оболочки

Череп и позвоночный столб защищают центральную нервную систему. Она заключена также в соединительнотканые **мозговые оболочки**. Начиная с наиболее наружного слоя, в состав мозговых оболочек входят **твердая мозговая оболочка, паутинная оболочка и мягкая мозговая оболочка**. Паутинная и мягкая мозговые оболочки связаны воедино, поэтому их часто рассматривают как целостную оболочку (**мягкая—паутинная оболочка**).

Твердая мозговая оболочка

Твердая мозговая оболочка образует наружный слой и состоит из плотной соединительной ткани, которая переходит на надкостницу черепа. Твердая мозговая оболочка, которая окружает спинной мозг, отделена от надкостницы позвонков эпидуральным пространством, которое содержит тонкостенные вены, рыхлую соединительную ткань и жировую ткань. Твердая мозговая оболочка всегда отделена от паутинной оболочки тонким субдуральным пространством. Внутренняя поверхность всей твердой мозговой оболочки, а также ее наружная поверхность в спинном мозгу покрыты однослойным плоским эпителием мезенхимного происхождения.

Паутинная оболочка

Паутинная оболочка (от греч. *arachnoeides* — паутина) состоит из двух компонентов: слоя, контактирующего с твердой мозговой оболочкой, и системы трабекул, соединяющих этот слой с мягкой мозговой оболочкой. Полости между трабекулами формируют субарахноидальное пространство, которое заполнено спинномозговой жидкостью; от него целиком отделено субдуральное пространство. Субарахноидальное пространство образует гидравлическую подушку, которая защищает центральную нервную систему от травмирования. Оно сообщается с желудочками головного мозга.

Паутинная оболочка образована соединительной тканью, не содержащей кровеносных сосудов. Ее поверхность покрыта однослойным плоским эпителием того же типа, что выстилает твердую мозговую оболочку. Так как паутинная оболочка в спинном мозгу имеет меньше трабекул, ее легче отличить от мягкой мозговой оболочки в этой области.

В некоторых участках паутинная оболочка проникает через твердую мозговую оболочку, формируя выпячивания, которые оканчиваются в венозных синусах в твердой мозговой оболочке. Эти выпячивания, которые покрыты эндотелиальными клетками вен, известны как ворсинки паутинной оболочки. Их функция заключается в реабсорбции спинномозговой жидкости в кровь венозных синусов.

Мягкая мозговая оболочка

Мягкая мозговая оболочка образована рыхлой соединительной тканью, содержащей многочисленные кровеносные сосуды. Хотя она располагается очень близко к нервной ткани, она не контактирует с нервными клетками или волокнами. Между мягкой мозговой

оболочкой и нейральными элементами имеется тонкий слой отростков нейроглиальных клеток, плотно прилежащих к мягкой мозговой оболочке и образующих физический барьер на периферии центральной нервной системы. Этот барьер отделяет центральную нервную систему от спинномозговой жидкости.

Мягкая мозговая оболочка повторяет все изгибы поверхности центральной нервной системы и проникает в нее на некоторое расстояние совместно с кровеносными сосудами. Мягкую мозговую оболочку покрывают плоские клетки мезенхимного происхождения.

Кровеносные сосуды проникают в центральную нервную систему через туннели, покрытые мягкой мозговой оболочкой — периваскулярные пространства. Мягкая мозговая оболочка исчезает до того, как кровеносные сосуды превращаются в капилляры. В центральной нервной системе кровеносные капилляры полностью покрыты выростами отростков нейроглиальных клеток.

Гематоэнцефалический барьер

Гематоэнцефалический барьер представляет собой функциональный барьер, который препятствует проникновению из крови в нервную ткань ряда таких веществ, как антибиотики, токсические химические и бактериальные соединения.

В основе функционирования гематоэнцефалического барьера лежит сниженная проницаемость, которая характерна для кровеносных капилляров в нервной ткани. Главным структурным компонентом этого барьера являются замыкающие соединения, которые обеспечивают непрерывность эндотелиальных клеток этих капилляров. Цитопlasма их эндотелиальных клеток не содержит фенестр, которые обнаруживаются во многих других участках, а пиноцитозные пузырьки очень немногочисленны. Низкую проницаемость этих капилляров частично обуславливают окружающие их расширенные участки отростков нейроглиальных клеток.

Сосудистое сплетение и спинномозговая жидкость

Сосудистое сплетение состоит из складок мягкой мозговой оболочки с высоким содержанием расширенных фенестрированных капилляров, которые проникают в глубь желудочков головного мозга. Оно обнаруживается в крыше III и IV желудочков и в части

стенок боковых желудочков. Сосудистое сплетение образовано рыхлой соединительной тканью мягкой мозговой оболочки, покрытой однослойным кубическим или низким столбчатым эпителием, клетки которого транспортируют ионы.

Главной функцией сосудистого сплетения является выработка спинномозговой жидкости, которая содержит лишь небольшое количество твердых веществ и целиком заполняет желудочки, центральный канал спинного мозга, субарахноидальное пространство и периваскулярное пространство. Спинномозговая жидкость важна для метаболизма центральной нервной системы и действует как механизм, защищающий ее от механических ударов.

Спинномозговая жидкость — прозрачная, с низкой плотностью (1,004—1,008 г/мл) и очень низкой концентрацией белка. В одном миллилитре этой жидкости обнаруживаются также единичные десквамированные клетки и от двух до пяти лимфоцитов. Спинномозговая жидкость непрерывно вырабатывается и циркулирует в желудочках, из которых она направляется в субарахноидальное пространство. В нем в ворсинках паутинной оболочки происходит основное всасывание спинномозговой жидкости в венозный кровоток. В нервной ткани головного мозга лимфатические сосуды отсутствуют.

Периферическая нервная система

Основными компонентами периферической нервной системы являются **нервы, нервные узлы и нервные окончания**. Нервы представляют собой пучки нервных волокон, окруженные соединительнотканными оболочками.

Нервные волокна

Нервные волокна состоят из аксонов, покрытых особой оболочкой, образованной клетками эктодермального происхождения. Пучки нервных волокон образуют тракты головного мозга, спинного мозга и периферические нервы. Нервные волокна различаются характером покрывающих их оболочек, что зависит от того, являются ли данные волокна частью центральной или периферической нервной системы. В нервной ткани взрослого большая часть аксонов покрыта одной или множественными складками клеток, образующих их оболочки. В нервных волокнах периферической нервной системы оболочку аксона образуют **шванновские клетки**, а в волокнах центральной нервной системы — **олигодендроциты**. Аксоны малого диаметра, как правило, образуют **безмиелиновые нервные волокна**. Обычно чем толще аксоны, тем больше в их оболочке концентрических слоев, образованных обертывающей их клеткой и формирующих миелиновые оболочки. Такие волокна известны как **миелиновые нервные волокна**.

Миелиновые волокна

В миелиновых волокнах периферической нервной системы плазмолемма шванновской клетки, покрывающей аксон, обматывается вокруг аксона, окутывая его. Слои мембран клетки, образующей оболочку, объединяются, формируя **миелин** — липопротеиновый комплекс беловатого цвета, из которого липиды частично удаляются при стандартной гистологической обработке материала. Миелин состоит из множественных слоев видоизмененных клеточных мембран. Эти мембраны содержат более значительную долю липидов, чем другие мембраны клетки. По ходу миелиновой оболочки имеются участки, где она прерывается, это — **перехваты Ранвье**, или узловые перехваты. Последние представляют собой промежутки между соседними шванновскими клетками по длине аксона. Перехват частично прикрыт интердигтирующими отростками шванновских клеток. Расстояние между двумя узлами — **межузловой сегмент** — соответствует одной шванновской клетке. Длина межузлового сегмента варьирует от 1 до 2 мм. В центральной нервной системе шванновские клетки отсутствуют; миелиновая оболочка образуется отростками олигодендроцитов. Олигодендроциты отличаются от шванновских клеток тем, что различные отростки одной клетки могут образовывать оболочки участков нескольких аксонов (см. рис. 9-15).

Безмиелиновые волокна

Как в центральной, так и в периферической нервной системе не все аксоны покрыты миелиновыми оболочками. В периферической нервной системе все безмиелиновые аксоны* располагаются в углублениях цитоплазмы шванновских клеток. В отличие от покрытых миелиновой оболочкой аксонов, с каждым из которых связаны отдельные шванновские клетки, в безмиелиновых волокнах одна шванновская клетка может дать оболочку многочисленным аксонам. Безмиелиновые нервные волокна не имеют перехватов Ранвье, поскольку смежные шванновские клетки объединены в непрерывную оболочку. В центральной нервной системе в большом количестве имеются безмиелиновые аксоны; в отличие от аксонов в периферической нервной системе, оболочки у них отсутствуют. В головном и спинном мозгу безмиелиновые аксоны располагаются свободно среди отростков других нейронов и глиальных клеток.

Нервы

В периферической нервной системе нервные волокна сгруппированы в пучки, которые образуют нервы. За исключением отдельных очень тонких нервов, состоящих из безмиелиновых волокон, обычно нервы имеют вид беловатых, гомогенных блестящих структур благодаря наличию в них миелина и коллагена.

Нервы покрыты снаружи оболочкой из плотной волокнистой соединительной ткани, известной как **эпиневрй**, которая заполняет также пространства между пучками нервных

волокон. Вокруг каждого пучка волокон имеется **периневрий** — оболочка в виде рукава, образованная уплощенными эпителиоподобными клетками. В каждом слое периневрия клетки связаны по краям плотными соединениями, благодаря чему периневрий становится барьером, препятствующим проникновению большинства макромолекул, и выполняет важную функцию защиты нервных волокон от неблагоприятных воздействий. Под периневральной оболочкой располагаются аксоны, покрытые оболочками из шванновских клеток, и окружающая их соединительная ткань — **эндоневрий**. Эндоневрий состоит из тонкого слоя ретикулярных волокон, которые образуются шванновскими клетками.

Нервы обеспечивают связи между центрами в головном и спинном мозгу, органами чувств и органами-эффекторами (мышцами, железами и т.д.).

Они содержат афферентные и эфферентные волокна, идущие к центральной нервной системе и от нее. **Афферентные волокна** несут в центральную нервную систему информацию, полученную из различных участков организма и из внешней среды. **Эфферентные волокна** передают импульсы из центральной нервной системы к эффекторным органам, которые контролируются этими центрами. Различают чувствительные нервы, которые содержат только **сенсорные (чувствительные) волокна**, и **двигательные нервы**, в которых имеются только волокна, несущие импульсы к эффекторам. Большинство нервов — **смешанные нервы**, поскольку в них имеются и чувствительные, и двигательные волокна; в таких нервах содержатся как покрытые миелиновой оболочкой, так и безмиелиновые аксоны.

Нервные узлы

Нервные узлы (ганглии) представляют собой овоидные структуры, в которых содержатся тела нейронов, глиальные клетки и поддерживающая их соединительная ткань. Поскольку они играют роль «релейных станций», передающих нервные импульсы, в каждый узел входит один нерв, а другой — из него выходит.

Сенсорный (чувствительный) и **автономный** узлы различаются направлением распространения нервного импульса.

Чувствительные узлы

Чувствительные (сенсорные) узлы получают афферентные импульсы, которые направляются в центральную нервную систему. Существует два типа чувствительных узлов.

Одни из них связаны с черепными нервами (**черепные, или краниальные, узлы**); другие — с дорсальными корешками спинномозговых (спинальных) нервов (**спинномозговые, или спинальные, узлы**). Последние содержат крупные тела нейронов с хорошо развитыми мелкими тельцами Ниссля, которые окружены многочисленными мелкими глиальными клетками, известными как **сателлитные клетки**.

Клетки узла поддерживаются соединительнотканной стромой и капсулой. Нейроны этих узлов являются псевдоуниполярными и передают информацию от нервных окончаний узла в серое вещество спинного мозга, образуя синапсы с его местными нейронами.

Автономные узлы

Автономные (вегетативные) узлы имеют вид луковичеобразных расширений автономных нервов. Некоторые из них располагаются в определенных органах, особенно часто — в стенках пищеварительного тракта, где они образуют **интрамуральные узлы**. Эти узлы не имеют соединительнотканной капсулы, а их клетки поддерживаются стромой того органа, в котором они находятся.

Автономные узлы обычно содержат мультиполярные нейроны. Как и в случае краниоспинальных узлов, автономные узлы содержат перикарионы нейронов с мелкими тельцами Ниссля.

Нейроны автономных узлов часто окружены слоем сателлитных клеток. В интрамуральных узлах вокруг каждого нейрона встречаются лишь отдельные сателлитные клетки.

Автономная нервная система

Автономная (греч. *autos* — сам + *nomos* — закон) нервная система, называемая также вегетативной, участвует в регуляции тонуса гладких мышц, секреции некоторых желез и ритма сердечных сокращений. Ее функция заключается в адаптации ряда процессов в организме, которые поддерживают постоянство внутренней среды (**гомеостаз**). Хотя автономная нервная система по определению является двигательной, ее двигательные волокна сопровождаются волокнами, которые получают информацию об ощущениях, возникающих внутри организма.

Несмотря на широкое распространение, термин «автономная» неправильный, поскольку большинство функций автономной нервной системы не являются автономными; они организуются и регулируются центральной нервной системой. Понятие автономной нервной системы является преимущественно функциональным. Анатомически она состоит из скоплений нервных клеток, находящихся в центральной нервной системе, волокон, которые выходят из центральной нервной системы в составе краниальных или спинальных нервов, и нервных узлов, расположенных по ходу этих волокон. Термин «автономная» относится ко всем нейральным элементам, участвующим в регуляции функции внутренних органов. В действительности, так называемые автономные функции, так же зависимы от центральной нервной системы, как и мотонейроны, которые вызывают сокращения мышц. Автономная нервная система представляет собой двухнейронную цепь. Первый нейрон в автономной цепи располагается в центральной нервной системе. Его аксон образует синапс на втором нейроне цепи, который является мультиполярным и лежит в узле периферической нервной системы. Нервные волокна (аксоны) первого нейрона известны как **преганглионарные волокна**; аксоны второго нейрона, направляющиеся к эффекторным органам (мышце или железе), — как **постганглионарные волокна**.

Химический медиатор, находящийся в синаптических пузырьках всех преганглионарных окончаний и в анатомически парасимпатических постганглионарных окончаниях, это — **ацетилхолин**, который выделяется из терминалей под влиянием нервных импульсов.

Мозговое вещество надпочечника является единственной органной структурой, получающей преганглионарные волокна, потому что большинство клеток после миграции в этот орган дифференцируются в секреторные клетки, а не в ганглионарные.

Автономная нервная система состоит из двух частей, которые различаются как анатомически, так и функционально: симпатической системы и парасимпатической системы. Нервные волокна, которые выделяют ацетилхолин (**холинергические**), включают все преганглионарные автономные волокна (симпатические, а также парасимпатические) и постганглионарные парасимпатические волокна, идущие к гладким мышцам, сердцу и экзокринным железам.

Симпатическая нервная система

Ядра симпатической системы (образованные скоплениями тел нервных клеток) располагаются в грудном и поясничном сегментах спинного мозга. Поэтому симпатическую систему рассматривают также как **тораколумбальный отдел** автономной нервной системы. Аксоны этих нейронов — преганглионарные волокна — покидают

центральную нервную систему с вентральными корешками и белыми соединительными ветвями грудных и поясничных нервов. Химическим медиатором постганглионарных волокон симпатической системы является **норадреналин**, который вырабатывается также в мозговом веществе надпочечника. Нервные волокна, выделяющие норадреналин (**адренергические**), иннервируют потовые железы и кровеносные сосуды скелетных мышц. Клетки мозгового вещества надпочечника выделяют адреналин и норадреналин в ответ на преганглионарную симпатическую стимуляцию.

Парасимпатическая нервная система

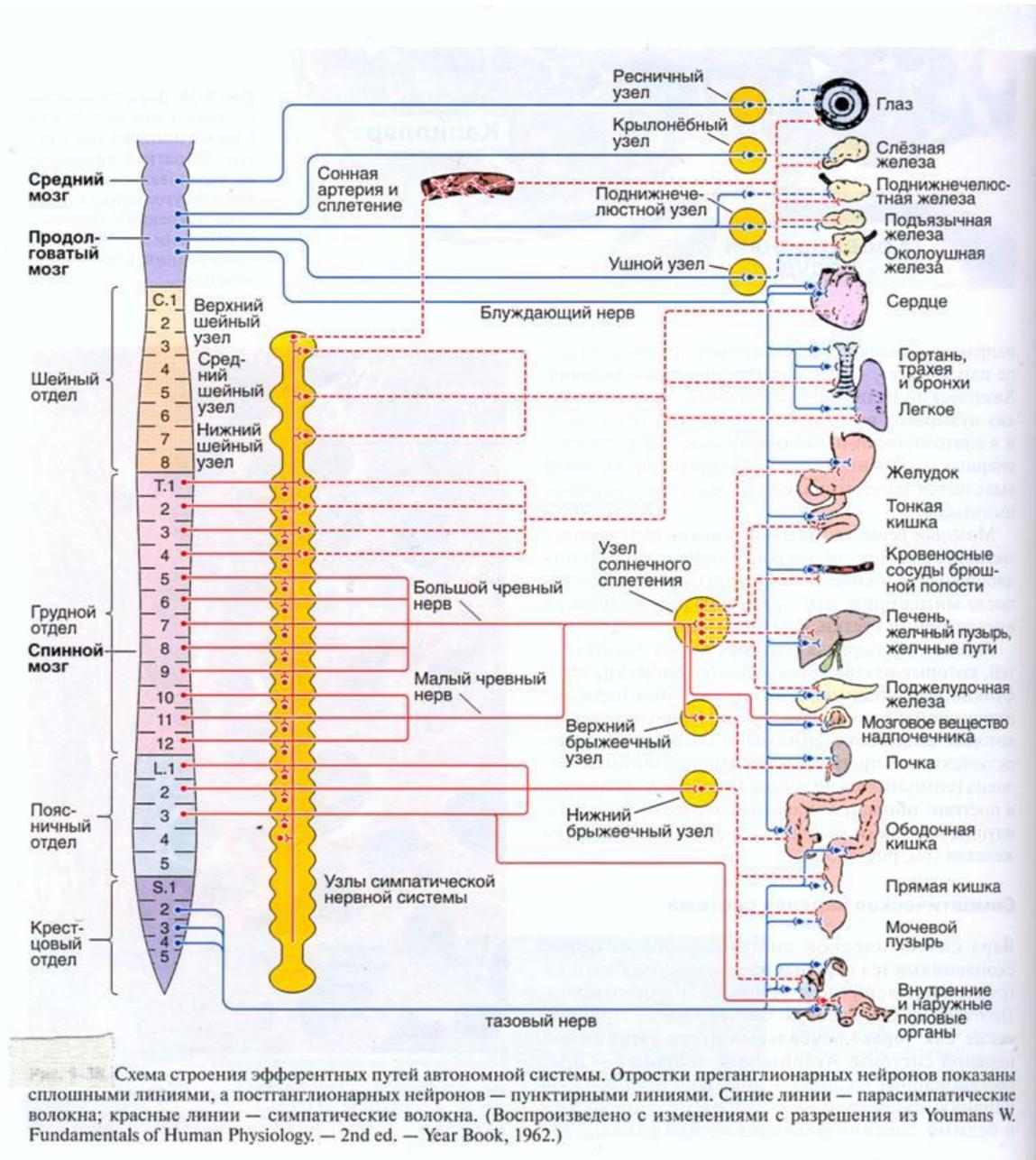
Ядра парасимпатической системы располагаются в продолговатом мозгу, среднем мозгу и крестцовой части спинного мозга. Преганглионарные волокна этих нейронов выходят в составе четырех черепных нервов (III, VII, IX и X), а также второго, третьего и четвертого крестцовых спинальных нервов. Парасимпатическую систему поэтому называют краниосакральным отделом автономной системы.

Второй нейрон парасимпатической цепи обнаруживается в узлах, которые меньше узлов симпатической системы; он располагается всегда около или внутри эффекторных органов. Эти нейроны обычно находятся в стенке органов (например, желудка, кишечника), в этом случае преганглионарные волокна входят в органы и образуют в них синапс на втором нейроне в цепи.

Химический медиатор, выделяемый пре- и постганглионарными нервными окончаниями парасимпатической системы, — **ацетилхолин**, быстро инактивируется ацетилхолинэстеразой — это является одной из причин, почему парасимпатическая стимуляция обладает более дискретным и более локализованным действием, чем симпатическая стимуляция.

Распределение

Большинство органов, которые иннервированы автономной нервной системой, получают как симпатические, так и парасимпатические волокна. Как правило, в тех органах, где одна система оказывает стимулирующее действие, другая обладает угнетающим влиянием.



Нейральные стволовые клетки

В ряде тканей в органах у взрослых индивидуумов имеются популяции стволовых клеток, которые способны давать начало новым клеткам непрерывно или в ответ на повреждение. Такая популяция сохраняет в ткани постоянство: после делений клетки дифференцируются только некоторые дочерние клетки, тогда как другие сохраняются в качестве стволовых клеток, тем самым поддерживая стабильный пул стволовых клеток. Поскольку нейроны не делятся в целях замещения клеток, потерянных в результате травмы или заболевания, вопрос о нейральных стволовых клетках в настоящее время активно исследуется. Пул нейральных стволовых клеток может представлять собой резерв клеток, которые при адекватной стимуляции могли бы заместить утраченные нейроны. Некоторые участки головного и спинного мозга взрослых млекопитающих сохраняют стволовые клетки, которые могут давать начало астроцитам, нейронам и олигодендроцитам. Недавно было установлено, что нейральные стволовые клетки могут даже давать клетки, которые не связаны

с нервной тканью. Это наблюдение показывает, что нейральные стволовые клетки обладают огромным потенциалом дифференцировки.

Методы контроля дееспособности нервной системы человека

Определение экспериментальным путём дееспособности нервной системы конкретного пациента включает в себя наиболее информативные методы исследования показателей клинической и лабораторной картины, функционально полно характеризующей состояние наблюдаемой нервной системы:

- общий, специальный и биохимический анализ крови;
- магнито-резонансную томографию (МРТ) головного, спинного мозга и других компонентов нейронной сети его тела,
- наличие олигоклональных иммуноглобулинов в его ликворе;
- общий, специальный и биохимический анализ мочи.

Естественно, каждый из методов обеспечен необходимыми руководящими методическими указаниями о том, как реализуется это конкретное исследование и какое оборудование и конкретные расходные материалы для этого нужны.

Главное требование к упомянутым методам экспериментального исследования заключается в том, чтобы их функциональная полнота гарантировала адекватность и достоверность заключения о дееспособности нервной системы каждого конкретного пациента. А, следовательно, и давала **право** естествоиспытателям, на основе этих стереотипных показателей клинической и лабораторной картины дееспособности нервной системы любого человека, **создать** универсальную логико-диалектическую модель функционирования нервной системы, пригодную, в том числе, и для абстрактного человека. К сожалению, отсутствует физическая возможность привести в одной статье функционально полный перечень исследуемых показателей **с диапазонами их нормативных значений**, характеризующих дееспособность нервной системы здорового человека, из-за их многочисленности. Ведь только по указанным анализам крови этих показателей насчитывается более ста десяти штук.

Клиническая картина дееспособности нервной системы характеризуется не меньшим количеством показателей.

Да и по остальным, приведенным выше разделам, наберется, как минимум, две сотни показателей.

Однако без упомянутых нормативных значений показателей, характеризующих нервную систему здорового человека, не может быть и корректной практической медицины, обслуживающей эту функциональную систему человеческого тела.

В связи с отсутствием в статье полного перечня исследуемых показателей, которые по определению несут на себе смысловую нагрузку аксиом математической модели процесса функционирования нервной системы, мы представим структуру этой модели в формате обобщённых аксиом, о которых речь пойдет чуть позже.

Построение формальной логико-диалектической модели процесса функционирования нервной системы человека

При логико-диалектическом моделировании жизнедеятельности функциональных систем человеческого организма, в том числе, и его нервной системы, роль переменных, функционально полно характеризующих состояния этих систем, выполняют логические функции многих физических переменных, носящие (функции) названия предикатов.

Предикаты по определению несут на себе смысловую нагрузку элементарных логических утверждений, называемых аксиомами, на основе которых:

- во-первых, осуществляется отражение открытых экспериментальным путём естественных законов жизнедеятельности наблюдаемых явлений;
- во-вторых, осуществляется теоретическим путём формальное подтверждение (в виде доказательства) истинности этих естественных законов.

Приступим к определению аксиом жизнедеятельности нервной системы человека на основе энциклопедических знаний, приведенных в этой статье.

Выявление аксиом осуществляем на основе уже упомянутых экспериментальных методов анализа жизнедеятельности нервной системы человека.

Аксиома №1. Все без исключения показатели качества крови человека X , характеризующие дееспособность его нервной системы, соответствуют нормативным значениям показателей абстрактного здорового человека. Этот факт отражается логической функцией:

$$p1(X, Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_{110}),$$

где $p1$ – идентификатор логической функции (предиката), характеризующей требуемое качество крови здорового человека: приобретает истинное значение исключительно тогда, когда одновременно каждый Y_i (автономный стереотипный показатель качества крови) имеет соответствующее нормативное значение при количестве аргументов Y_i в логической функции равном 110 единицам.

Аксиома №2. Все без исключения показатели качества функционирования нервной системы человека X , выявляемые с помощью метода магнито-резонансной томографии (МРТ) головного, спинного мозга и других компонентов нейронной сети человека, соответствуют нормативным значениям этих показателей у абстрактного здорового человека. Этот факт отражается логической функцией:

$$p2(X, Z_1, \dots, Z_i, \dots, Z_{105}),$$

где $p2$ – идентификатор логической функции (предиката), характеризующей требуемое качество функционирования нервной системы здорового человека: приобретает истинное значение исключительно тогда, когда одновременно каждый Z_i (автономный стереотипный показатель качества функционирования нервной системы) имеет соответствующее нормативное значение при количестве аргументов Z_i в логической функции равном 105 единицам.

Аксиома №3. Все без исключения показатели качества функционирования нервной системы человека X , выявляемые с помощью метода определения клинической картины нормального (без патологий!) функционирования нервной системы, соответствуют нормативным значениям этих показателей у абстрактного здорового человека. Этот факт отражается логической функцией:

$$p3(X, V_1, \dots, V_i, \dots, V_{100}),$$

где $p3$ – идентификатор логической функции (предиката), характеризующей требуемое качество функционирования нервной системы здорового человека: приобретает истинное значение исключительно тогда, когда одновременно каждый V_i (автономный стереотипный показатель качества функционирования нервной системы) имеет соответствующее нормативное значение при количестве аргументов V_i в логической функции равном 100 единицам.

Аксиома №4. Все без исключения показатели качества мочи человека X , характеризующие дееспособность его нервной системы, соответствуют нормативным значениям показателей абстрактного здорового человека. Этот факт отражается логической функцией:

$$p4(X, W_1, \dots, W_i, \dots, W_{50}),$$

где $p4$ – идентификатор логической функции (предиката), характеризующей требуемое качество мочи здорового человека: приобретает истинное значение исключительно тогда, когда одновременно каждый W_i (автономный стереотипный показатель качества мочи) имеет соответствующее нормативное значение при количестве аргументов W_i в логической функции равном 50 единицам.

Аксиома №5. Все без исключения показатели качества ликворы человека X , характеризующие наличие олигоклональных иммуноглобулинов в её составе, соответствуют нормативным значениям этих показателей в ликворе абстрактного здорового человека. Этот факт отражается логической функцией:

$$p_5(X, U_1, \dots, U_i, \dots, U_{50}),$$

где p_5 – идентификатор логической функции (предиката), характеризующей требуемое качество ликворы здорового человека: приобретает истинное значение исключительно тогда, когда одновременно каждый U_i (автономный стереотипный показатель качества ликворы) имеет соответствующее нормативное значение при количестве аргументов U_i в логической функции равном 50 единицам.

Аксиома №6. $p_6(X, DS_{\#Q})$ – дееспособность нервной системы (DS) человека X соответствует уровню $\#Q$.

Сформулируем теорему о дееспособности нервной системы человека X в представляемой автором формальной теории моделирования статических и динамических состояний природных явлений и процессов прогнозирования эволюции этих состояний.

Если в теореме о дееспособности нервной системы абстрактного человека X все переменные, функционально полно характеризующие эту дееспособность, представлены тоже в абстрактном формате, и конъюнкция аксиом №1 – №5, а также аксиома №6, основываясь на фактах исторической практики, имеют истинное значение по своей физиологической сущности,

то заключение теоремы должно быть формально выводимо из её посылок (например, по формальным правилам логики предикатов первого порядка) исключительно при наличии одной, или нескольких конкретных интерпретаций этой теоремы, подтверждённых исторической практикой.

С одной стороны, отмеченное условие выводимости заключения из посылок является критерием проверки корректности формальной теории. А с другой стороны, в этом, собственно, и заключается одна из сущностей диалектики материалистического познания, исключающая ошибки прогнозирования эволюции статических и динамических состояний наблюдаемых природных явлений.

Безупречность изложенных только что умозаключений о дееспособности нервной системы абстрактного человека X может быть подтверждена следующими фактами исторической практики:

- нормальная жизнедеятельность абстрактного человека обеспечивается конечным набором стереотипных физиологических факторов;
- жизнь абстрактного человека непременно конечна;
- беспричинной смерти человека в любом возрасте не бывает;
- причиной смерти абстрактного человека является одна или несколько патологий физиологических факторов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность его организма.

Продолжим представление формальной теории *о дееспособности нервной системы абстрактного человека X .*

В соответствии с теорией логики предикатов первого порядка логическая формула дееспособности нервной системы абстрактного человека, основанная на аксиомах №1 – №6 будет иметь следующий вид, идентифицируемый [1]:

$$\begin{aligned} & (\forall X)(\forall Y_1)\dots(\forall Y_i)\dots(\forall Y_{110})(\forall Z_1)\dots(\forall Z_i)\dots(\forall Z_{105})(\forall V_1)\dots(\forall V_i)\dots(\forall V_{100})(\forall W_1)\dots \\ & (\forall W_i)\dots(\forall W_{50})(\forall U_1)\dots(\forall U_i)\dots(\forall U_{50})(\forall DS_{\#Q})((p_1(X, Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_{110}) \wedge \\ & p_2(X, Z_1, \dots, Z_i, \dots, Z_{105}) \wedge p_3(X, V_1, \dots, V_i, \dots, V_{100}) \wedge p_4(X, W_1, \dots, W_i, \dots, W_{50}) \wedge \\ & p_5(X, U_1, \dots, U_i, \dots, U_{50})) \Rightarrow p_6(X, DS_{\#Q})) \end{aligned}$$

=>

$$(\exists X)(\exists Y_1)\dots(\exists Y_i)\dots(\exists Y_{110})(\exists Z_1)\dots(\exists Z_i)\dots(\exists Z_{105})(\exists V_1)\dots(\exists V_i)\dots(\exists V_{100})(\exists W_1)\dots$$

$$(\exists W_i) \dots (\exists W_{50}) (\exists U_1) \dots (\exists U_i) \dots (\exists U_{50}) (\exists DSN \circ Q) ((p_1(X, Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_{110}) \wedge p_2(X, Z_1, \dots, Z_i, \dots, Z_{105}) \wedge p_3(X, V_1, \dots, V_i, \dots, V_{100}) \wedge p_4(X, W_1, \dots, W_i, \dots, W_{50}) \wedge p_5(X, U_1, \dots, U_i, \dots, U_{50})) \Rightarrow p_6(X, DSN \circ Q)) \quad [1]$$

В соответствии с теорией автоматического доказательства теорем, собственно доказательство будет выглядеть следующим образом.

Для того, чтобы существенно сократить количество формальных символов в формуле [1] обозначим:

- идентификатором F_1 формулу:
 $(p_1(X, Y_1, \dots, Y_i, \dots, Y_{110}) \wedge p_2(X, Z_1, \dots, Z_i, \dots, Z_{105}) \wedge p_3(X, V_1, \dots, V_i, \dots, V_{100}) \wedge p_4(X, W_1, \dots, W_i, \dots, W_{50}) \wedge p_5(X, U_1, \dots, U_i, \dots, U_{50}));$
- идентификатором $(\forall T)$ вектор кванторных комплексов:
 $(\forall X)(\forall Y_1) \dots (\forall Y_i) \dots (\forall Y_{110})(\forall Z_1) \dots (\forall Z_i) \dots (\forall Z_{105})(\forall V_1) \dots (\forall V_i) \dots (\forall V_{100})(\forall W_1) \dots (\forall W_i) \dots (\forall W_{50})(\forall U_1) \dots (\forall U_i) \dots (\forall U_{50})(\forall DSN \circ Q);$
- идентификатором $(\exists E)$ вектор кванторных комплексов:
 $(\exists X)(\exists Y_1) \dots (\exists Y_i) \dots (\exists Y_{110})(\exists Z_1) \dots (\exists Z_i) \dots (\exists Z_{105})(\exists V_1) \dots (\exists V_i) \dots (\exists V_{100})(\exists W_1) \dots (\exists W_i) \dots (\exists W_{50})(\exists U_1) \dots (\exists U_i) \dots (\exists U_{50})(\exists DSN \circ Q).$

Тогда формула [1] примет новый вид:

$$(\forall T)(\exists F_1 \vee p_6(X, DSN \circ Q) \Rightarrow (\exists E)(\exists F_1 \vee p_6(X, DSN \circ Q)) \quad [2]$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 формальных правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Два из них выглядят так:

$$(F_1(X) \Rightarrow F_2(X)) \equiv (\exists F_1(X) \vee F_2(X))$$

$$(F_1(X) \Rightarrow F_2(X)) \equiv (F_1(X) \wedge \neg F_2(X))$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [2] примет такой вид:

$$(\exists F_1 \vee p_6(X, DSN \circ Q)) \wedge \neg (\exists F_1 \vee p_6(X, DSN \circ Q)) \quad [3]$$

Формула [3] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов.

Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методология автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.

Следовательно, теорема успешно доказана.

Заключение

Как видно из доказательства, в теореме речь идет лишь об установлении факта соответствия дееспособности нервной системы абстрактного человека (X) дееспособности нервной системы здорового человека соответствующего возраста и пола (как того требует

онтогенез), имеющего нормативный показатель этой дееспособности, равный некоему стандартизованному уровню DSN_{Q} , утвержденному ГОСТ.

К сожалению таких ГОСТ пока не существует, но это является сверхзадачей для всех прогрессивных естествоиспытателей, работающих в сфере познания организмов человеческого вида.

Но предлагаемые авторами математические модели для описания жизнедеятельности нервной системы человека, останутся неизменными при любых вариациях, декларируемых будущими ГОСТами.

Пользу же, приносимую предлагаемым авторами методом логико-диалектического моделирования функциональных систем человеческого организма в процессе его познания, невозможно переоценить, если посмотреть на математический текст функционально полного описания процесса функционирования нервной системы человека, уместившегося вместе с доказательством истинности этого описания, всего на двух страницах, взамен отражения этих же знаний, как минимум на 1500 страницах, при вербальном их изложении.

Литература

11. Физиология человека (учебник для мед.вузов), Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А., под ред. академика РАМН Агаджаняна и профессора Н.А.Циркина, Москва, Медицинская книга, Н.Новгород, Издательство НГМА, 2003.
12. Жункейра Л. К., Карнейро Ж. Гистология. Издательство: ГЭОТАР-Медиа. Москва. Год издания: 2009. ISBN: 978-5-9704-1352-4.
13. Физиология → Мозг и нервная система человека - Борисова И.А. - Иллюстрированный справочник. Год выпуска: 2009. Москва.
14. Кондратенко В.А. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. "Алефа". 2010 г. -267 стр.

О проблеме создания логико-диалектических моделей высших психических функций человека, овеществляемых в субстратах его центральной нервной системы, вегетативных и периферийных компонентов всей нервной системы

Своими целями статья несколько опережает фактические темпы работ нейропсихологов, физиологов, нейрофизиологов, нейробиологов и когнитивистов по созданию общей теории функционирования субстратных структур нервной системы человека, **овеществляющих** всю нервную деятельность человека, в том числе, и его высшую нервную деятельность (ВНД), состоящую из **высших психических функций (ВПФ) человека**. Безусловно, наиболее важными целями упомянутой теории должны быть:

- отражение физиологического сценария жизнедеятельности всей нервной системы человека;
- и отражение системной динамической организации процессов овеществления ВПФ в субстрате центральной нервной системе человека (ЦНС). С учётом того, что: психофизиологическим материальным носителем высших психических функций выступают сложные функциональные системы человеческого мозга, имеющие вертикальную (корково-подкорковую) и горизонтальную (корково-корковую) организацию. **Но каждая высшая психическая функция жестко не привязана к какому-либо одному мозговому центру, а является результатом системной деятельности мозга, в которой различные мозговые структуры делают более или менее специфический вклад в построение данной функции.** Согласно теории системной динамической локализации высших психических функций человека *каждая высшая психическая функция обеспечивается мозгом как целым, однако это целое состоит из высоко дифференцированных структур (систем, зон), каждая из которых вносит свой вклад в реализацию функции.* Непосредственно с мозговыми структурами (факторами) следует связывать не всю психическую функцию и даже не отдельные ее звенья, а те физиологические процессы, которые осуществляются в этих мозговых структурах и обеспечивают реализацию определенных аспектов (параметров) функции. Нарушение этих физиологических процессов ведет к появлению первичных дефектов, а также взаимосвязанных с ними вторичных дефектов (первичных и вторичных нейропсихологических симптомов), составляющих в целом закономерное сочетание нарушений высших психических функций — определенный нейропсихологический синдром.

О состоянии работ по созданию необходимой теории можно лишь уверенно сказать, что она пока еще не создана, но, исходя из количества и качества профессионалов высшей квалификации (нейропсихологов, физиологов, нейрофизиологов, нейробиологов, когнитивистов), привлеченных к решению этой проблемы, первые необходимые результаты могут появиться в конце этого двадцатилетия.

Тем более, что в 2012 г. международный коллектив ученых в американской физической лаборатории создал первый в мире настольный **рентгеновский лазер**. Этот прибор дает яркий направленный луч рентгеновского излучения с длиной волны, равной в ближайшем будущем 0.001нм., и продолжительностью импульса вспышки, равной одной фемтасекунде. Такие параметры разрешающей способности и продолжительности импульса рентгеновского излучения позволят увидеть даже движение электрона по орбите атома.

В основу работы источника положен так называемый эффект генерации гармоник высокого порядка. Суть его заключается в следующем: материал облучается когерентным пучком электромагнитного излучения (лазерным импульсом). Пучок поглощается, после чего материал испускает когерентное излучение с более короткой длиной волны.

Авторам новой работы удалось на практике продемонстрировать возможность применения этого эффекта. В качестве облучаемого материала выступал гелий под высоким давлением.

В среднем прибор генерировал один рентгеновский фотон на 5000 инфракрасных (для работы исследователи использовали инфракрасный лазер).

Однако в текущее время уже можно говорить вслух о требованиях, которые следует предъявить к знаниям, отражаемым в упомянутой будущей теории, чтобы проблема формализации знаний по нейропсихологии ВПФ была покрыта полностью и без каких-либо затруднений.

С намерением обеспечить понимание контекста статьи как можно большим количеством читателей, по мнению автора, есть необходимость буквально несколько слов сказать о целях наук, занятых созданием упомянутой теории.

Нейропсихология — междисциплинарное научное направление, лежащее на стыке психологии и нейробиологии, нацелена на понимание связи структуры и функционирования головного мозга с психическими процессами и поведением живых существ.

Физиоло́гия (от греч. φύσις — *природа* и греч. λόγος — *знание*) — наука о сущности живого и жизни в норме и при патологиях, то есть о закономерностях функционирования и регуляции биологических систем разного уровня организации, о пределах нормы жизненных процессов (см. нормальная физиология) и болезненных отклонений от неё (см. патофизиология). Физиология представляет собой комплекс естественнонаучных дисциплин, изучающих как жизнедеятельность целостного организма (см. общая физиология), так и отдельных физиологических систем и процессов (напр. физиология локомоций), органов, клеток, клеточных структур (частная физиология). Как важнейшая синтетическая отрасль знаний физиология стремится раскрыть механизмы регуляции и закономерности жизнедеятельности организма, его взаимодействия с окружающей средой. Физиология изучает основное качество живого — его жизнедеятельность, составляющие её функции и свойства, как в отношении всего организма, так и в отношении его частей. В основе представлений о жизнедеятельности находятся знания о процессах обмена веществ, энергии и информации. Жизнедеятельность направлена на достижения полезного результата и приспособления к условиям среды.

Нейробиология — наука, изучающая устройство, функционирование, развитие, генетику, биохимию, физиологию и патологию нервной системы. Изучение поведения является также разделом нейробиологии.

Нейрофизиология — раздел физиологии животных и человека, изучающий функции нервной системы и её основных структурных единиц — нейронов.

Она тесно связана с нейробиологией, психологией, неврологией, клинической нейрофизиологией, электрофизиологией, этологией, нейроанатомией и другими науками, занимающимися изучением мозга.

Когнитивистика (когнитивная наука) (лат. *cognitio* — познание) — междисциплинарное научное направление, объединяющее теорию познания, когнитивную психологию, нейрофизиологию, когнитивную лингвистику и теорию искусственного интеллекта. В когнитивистике совместно используются компьютерные модели, взятые из теории искусственного интеллекта, и экспериментальные методы, взятые из психологии и физиологии высшей нервной деятельности, для разработки точных теорий работы человеческого мозга.

Цель статьи заключается в выявлении проблем, препятствующих созданию математической модели, называемой **логико-диалектической моделью (ЛДМ) высшей нервной деятельности (ВНД) человека,**

по сути воспроизводящей физиологическую картину овеществления каждой из ВПФ в ЦНС, но отражённую в математических формализмах. В теории искусственного интеллекта подобные отражения принято называть формальными теориями. И предназначаются они для достоверного и надёжного прогнозирования эволюции

исследуемых природных явлений, в равной мере, как в условиях жизнедеятельности без патологий, так и в условиях со спонтанно возникающими патологиями.

Современная наука обоснованно требует от естествоиспытателей отражения познанных естественных законов жизнедеятельности всего живого исключительно в математическом формате:

так обеспечивается афористический (когда смысл одной формулы эквивалентен смыслу вербального текста, отражённого не менее чем на 350 страницах) стиль представления новых научных знаний и реализуется самоконтроль адекватности, корректности, достоверности и истинности (при наличии формального теоретического доказательства) новых знаний.

По мнению автора, созрели для математизации и знания об овеществлении в нервной системе человека его высшей нервной деятельности.

Так как ЛДМ оригинальна не только по форме, но и по содержанию, то она нуждается в кратком представлении её сущности.

Под **логику-диалектической моделью (ЛДМ)** процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно–следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями, выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояниями, **которые исследуют истину в мышлении** о конкретном явлении, и отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости.

Диалектические отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Комплекс знаний о физиологии человеческого организма, отражающий овеществление высшей нервной деятельности человека в субстрате его нервной системы

Начнем с отражения смысловой нагрузки важнейших специальных терминов, присутствующих в контексте статьи.

Высшая нервная деятельность — это процессы, происходящие в высших отделах центральной нервной системы животных и человека. К этим процессам относят совокупность условных и безусловных рефлексов, а также «высших» психических функций, которые обеспечивают адекватное поведение животных и человека в изменяющихся окружающих природных и социальных условиях.

Высшие психические функции (ВПФ) — специфические человеческие психические процессы. Считается, что они возникают на основе натуральных психических функций, за счёт опосредствования их психологическими орудиями, например, знаками. В высших психических функциях человека выделяют три класса функций:

- гностические,
- мнестические
- и интеллектуальные функции.

Гностические (темоопределяющие) функции познания природных явлений:

- цели функционирования;
- мотивация функционирования;
- морфология познаваемого явления;
- оценка точности и надёжности функционирования;
- выявление источников энергии, необходимых для функционирования;
- оценка энергозатрат, необходимых для функционирования;
- физические силы, обеспечивающие процесс функционирования;
- виды движений материи, на которых основано функционирование;
- отношение между переменными, функционально полно характеризующими процесс функционирования исследуемого явления.

Мнестическая функция. Её сущность заключается в реализации следующего действия: существуют тонкие молекулярные биофизические процессы, сохраняющие след от всякого предыдущего воздействия и благодаря этому трансформируют характер ответной реакции на всякое последующее возмущение. По существу, это элементарная форма памяти предшествующего состояния исследуемого явления и учёта этого состояния при формировании реакции на следующее возмущение этого явления.

Интеллектуальные функции

Интеллект (от латинского *intellectus* — понимание, познание) — **основная форма познания человеком действительности.** В широком смысле – это совокупность всех познавательных функций индивида: от ощущений и восприятия до мышления и воображения; в более узком смысле — это мышление. Это определение интеллекта принято в современной отечественной психологии.

Перечень основных ВПФ (**высших психических функций**), входящих в состав интеллекта, следующий:

- сознание
- восприятие;
- память;
- мышление;
- речь;
- письмо;
- счет;
- произвольные движения;
- понимание относительных движений;
- понимания ритмов в движении и в сенсорных восприятиях;
- воображение;
- распознавание знакомых сенсорных образов;
- распознавание знакомых композиций (сцен) сенсорных образов;
- понимание структуры знаковых систем (решения проблем семиологии);
- решение логических задач;
- решение задач пространственных геометрических построений;
- решение игровых задач с антагонистическими целями противоборствующих;
- воспроизведение графических, или изобразительных копий наблюдаемых явлений;
- изобразительное, литературное и музыкальное творчество;
- научное творчество;
- содержательное доказательство прогнозных логических утверждений;
- контроль и управление деятельностью вегетативных нервных систем.

Сознание - высшая, свойственная лишь человеку форма отражения действительности, представляющая собой совокупность психических процессов, позволяющих ему ориентироваться в окружающем мире, времени, собственной личности, обеспечивающих преемственность опыта, единство и многообразие поведения.

Мышление - высшая психическая функция, состоящая в опосредованном, обобщенном и отвлеченном отражении окружающей деятельности в её существенных связях, свойствах и отношениях. Мышление теснейшим образом связано с действием. Человек познает действительность, воздействуя на нее, понимает мир, изменяя его. Мышление не просто сопровождается действием или действие — мышлением; действие — это первичная форма существования мышления. Первичный вид мышления — это мышление в действии и действием, мышление, которое совершается в действии и действием выявляется. Благодаря мышлению человек познает не только то, что может быть непосредственно воспринято с помощью наших органов чувств, но и то, что скрыто от прямого восприятия и может быть познано лишь в результате анализа, сравнения, обобщения. Анализируя и сравнивая отдельные наблюдения, опираясь на результаты прошлого опыта, человек в процессе мышления находит общее в отдельных объектах. Абстрагирование общего позволяет объединить эти объекты в различные системы знания, тем самым для человека оказывается доступным обобщенное отражение окружающей действительности. Опосредованный и обобщенный характер мышления позволяет человеку познавать не только явления, но и их сущность. Для человека оказывается доступным установление различных связей и отношений, что позволяет находить и раскрывать объективные закономерности. Наиболее распространенным и действенным в современной отечественной психологии является разделение мышления на три вида: **словесно-логическое, наглядно-образное и наглядно-**

действенное. Эти виды мышления являются этапами развития мышления в онтогенезе.

Воображение — способность сознания создавать образы, представления, идеи и манипулировать ими; играет ключевую роль в следующих психических процессах: моделирование, планирование, творчество, игра, человеческая память. В широком смысле, всякий процесс, протекающий «в образах» является воображением.

Главная **особенность человеческой психики** заключается в том, что она формируется и развивается не в порядке проявления врожденных способностей и не как приспособление наследственного видового поведения к среде, а представляет собой **продукт присвоения общественно-исторического опыта, опыта предшествующих поколений людей.** «...Каждый отдельный человек **учится** быть человеком. Чтобы жить в обществе, ему недостаточно того, что ему дает природа при его рождении. Он должен еще овладеть тем, что было достигнуто в процессе исторического развития человеческого общества». А.Р. Лурия.

ЦНС, и особенно головной мозг, является субстратом овеществления всех ВПФ, и в этом смысле ВПФ представляют собой естественные процессы, но они не существуют вне человека и вне общества. Человек становится субъектом ВПФ только благодаря овладению им всеми накопленными человечеством знаниями и способами ВНД.

Все данные (и анатомические, и физиологические, и клинические) свидетельствуют о ведущей роли *коры больших полушарий* в мозговой организации психических процессов. Кора больших полушарий (и прежде всего, новая кора) является наиболее дифференцированным по строению и функциям отделом головного мозга. Общеизвестной стала и точка зрения о важной и специфической роли не только корковых, но и подкорковых структур в психической деятельности при ведущем участии коры больших полушарий.

На протяжении полутора веков не стихала дискуссия о **проблеме межполушарной структурной и функциональной асимметрии мозга и межполушарного взаимодействия.** За это время был *собран огромный эмпирический материал, подтвержденный данными анатомии, физиологии, а также клиническими исследованиями, свидетельствующий о неравнозначности структур и функций левого и правого полушарий головного мозга человека.* Однако сколько-нибудь законченной теории, объясняющей функциональную асимметрию больших полушарий и учитывающей действие как генетических, так и социокультурных факторов в ее формировании, до сих пор не существует.

Яростные дискуссии существенно поутихли после того, как в 1970 – 1973 А. Р. Лурия создал *общую структурно-функциональную модель работы мозга как субстрата психической деятельности.* Эта модель характеризует наиболее общие закономерности работы мозга как единого целого и является основой для объяснения его интегративной деятельности. Согласно данной модели:

- Высшая нервная деятельность человека основана на системной динамической мозговой организации (или локализации) высших психических функций.
- Системный характер мозговой организации высшей психической деятельности заключается в дифференцированном участии разных мозговых образований (пространственных зон мозга) и разных полушарий при реализации каждой из ВПФ.
- Ни одно из полушарий не может рассматриваться, как доминирующее по отношению к какой бы то ни было психической деятельности или функции в целом. Каждое полушарие доминирует лишь по свойственному ему принципу работы, по тому вкладу, который оно вносит в общую мозговую организацию любой психической деятельности.
- Все высшие психические функции имеют и горизонтальную (корковую), и вертикальную (подкорковую) мозговую организацию.

- Весь мозг может быть подразделен *на три основных структурно-функциональных блока:*



I — энергетический блок, или блок регуляции уровня активности мозга;

II — блок приема, переработки и хранения экстероцептивной (т. е. исходящей извне) информации;

III — блок программирования, регулирования и контроля процесса функционирования психической деятельности. Каждая высшая психическая функция (или сложная форма сознательной психической деятельности) осуществляется при участии всех трех блоков мозга, вносящих свой вклад в ее реализацию. Они характеризуются определенными особенностями строения, физиологическими принципами, лежащими в основе их работы, и той ролью, которую они играют в осуществлении психических функций.

I блок включает ретикулярные структуры ствола, среднего мозга и диэнцефальных отделов, а также лимбическую систему и медиобазальные отделы коры лобных и височных долей мозга: 1 — мозолистое тело, 2 — средний мозг, 3 — теменно-затылочная борозда, 4 — мозжечок, 5 — ретикулярная формация ствола, 6 — крючок, 7 — гипоталамус, 8 — таламус.

II блок включает основные анализаторные системы (зрительную, кожно-кинестетическую, слуховую), корковые зоны которых расположены в задних отделах больших полушарий: 1 — премоторная область, 2 — прецентральная извилина, 3 — центральная извилина, 4 — моторная область, 5 — префронтальная область.

III блок включает моторные, премоторные и префронтальные отделы мозга с их двухсторонними связями.

В контексте статьи неоднократно упоминалось об овеществлении ВПФ в субстрате ЦНС человека. Напомним об элементарных компонентах и их структурах в ЦНС, чтобы понять в какой среде и как материализуются ВПФ.

Физиология нервной системы человека

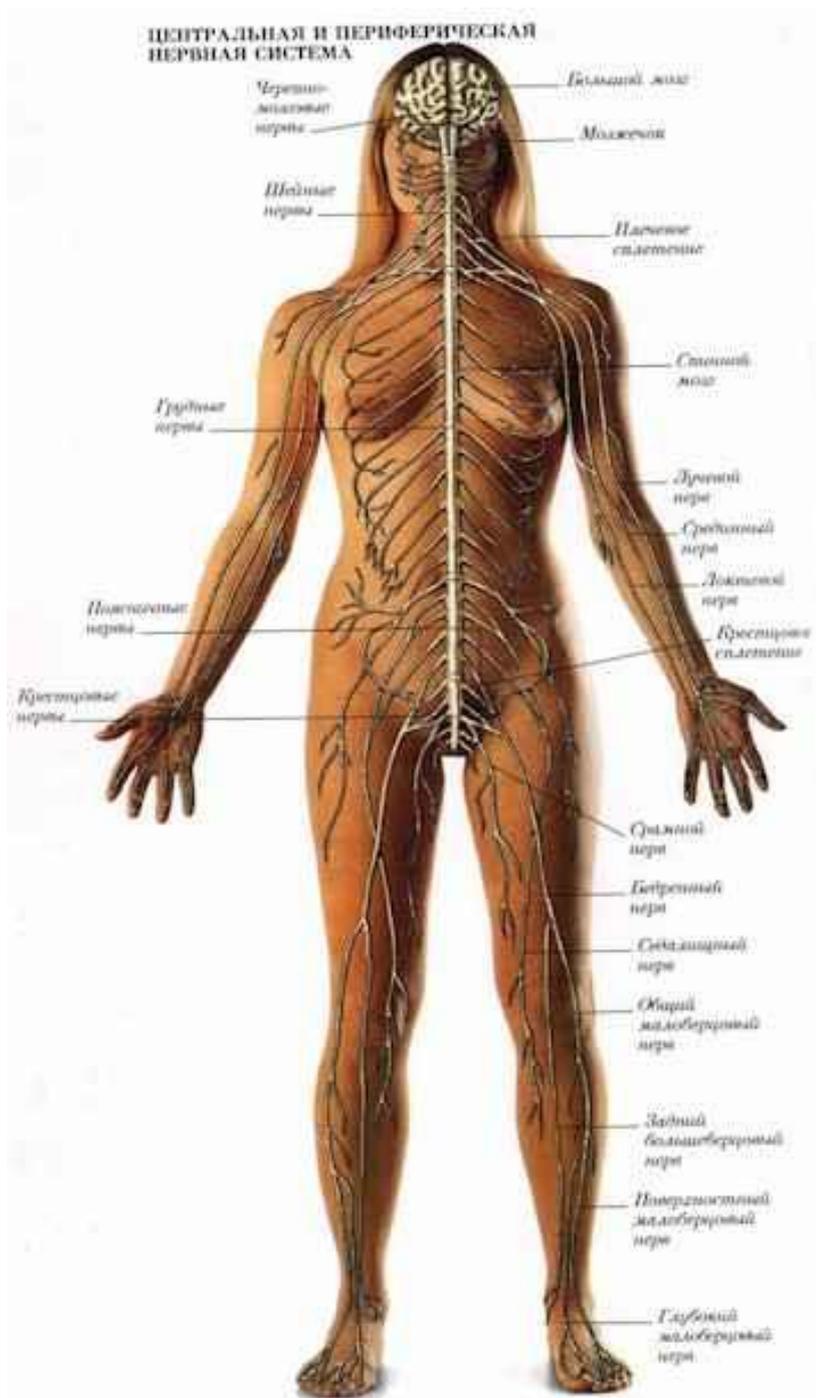
Нервная система регулирует деятельность всех органов и систем, обуславливая их функциональное единство, и обеспечивает связь организма как целого с внешней средой.

Структурной единицей нервной системы является нервная клетка с отростками - нейрон.

Вся нервная система представляет собой совокупность взаимодействующих нейронов, которые контактируют друг с другом при помощи специальных биологических компонентов, называемых **синапсами**. По структуре и функциональности различают три типа нейронов:

- **рецепторные**, или чувствительные;
- **вставочные**, замыкательные (кондукторные);
- **эффektorные**, двигательные нейроны, от которых импульс направляется к рабочим органам (мышцам, железам).

Нервная система условно подразделяется на две больших подсистемы - **соматическую**, или анимальную нервную подсистему и **вегетативную**, или автономную нервную подсистему.



Соматическая нервная подсистема осуществляет преимущественно функции связи организма с внешней средой, обеспечивая чувствительность и движение, вызывая сокращение скелетной мускулатуры. Так как функции движения и чувствования свойственны животным и отличают их от растений, эта часть нервной системы получила название анимальной (животной). Вегетативная нервная подсистема оказывает влияние на процессы так называемой растительной жизни, общие для животных и растений (обмен веществ, дыхание, выделение и др.).

Несомненно, во всяком случае, других мнений в научных публикациях не встречается, что ВНД человека осуществляется ресурсами **естественной нейронной сети** человеческого организма, к сожалению, которая до сих пор **до конца** не познана коалицией

учёных, упомянутых ранее профессий, и представляющих элиту международного научного сообщества.

По убеждению многих нейробиологов в конце концов будет доказано, что уникальные свойства каждого человека - способность чувствовать, думать, обучаться и помнить - **заключены в строго организованных сетях синаптических взаимосвязей между нейронами головного мозга.** Нейроны, или нервные клетки, являются строительными блоками всей нервной системы человека. Нейрон передает нервные импульсы по единственному длинному волокну (аксону) и получает их по многочисленным коротким волокнам (дендритам). Важными особенностями нейронов являются характерная форма, способность наружной мембраны генерировать нервные импульсы и наличие уникального компонента структуры, **синапса**, служащего для передачи информации от одного нейрона другому. Полагают, что мозг человека состоит из 10^{11} нейронов: это приблизительно столько же, сколько звезд в нашей Галактике. Но не найдется и двух нейронов, одинаковых по виду. Однако все они имеют стереотипную структуру:

- клеточное тело,
- дендриты
- и аксон.

Тело содержит ядро и биохимический аппарат синтеза ферментов и других молекул, необходимых для жизнедеятельности клетки. Обычно тело нейрона имеет приблизительно сферическую или пирамидальную форму. Дендриты представляют собой тонкие трубчатые выросты, которые многократно делятся и образуют ветвистое дерево вокруг тела клетки. Они создают ту основную физическую поверхность, на которую поступают идущие к данному нейрону сигналы. Аксон тянется далеко от тела клетки и служит той линией связи, по которой сигналы, генерируемые в теле данной клетки, могут передаваться на большие расстояния в другие части мозга и остальной нервной системы. Аксон отличается от дендритов как по строению, так и по свойствам своей наружной мембраны. Большинство аксонов длиннее и тоньше дендритов и имеет отличный от них характер ветвления: если отростки дендритов в основном группируются вокруг клеточного тела, то отростки аксонов располагаются на конце волокна, в том месте, где аксон взаимодействует с другими нейронами.

Функционирование мозга связано с движением потоков информации по сложным цепям, состоящим из нейронных сетей. Информация передается от одной клетки к другой в специализированных местах контакта - синапсах. Типичный нейрон может иметь от 1000 до 10000 синапсов и получать информацию от 1000 других нейронов. Хотя в своем большинстве синапсы образуются между аксонами одной клетки и дендритами другой, существуют и иные типы синаптических контактов: между аксоном и аксоном, между дендритом и дендритом и между аксоном и телом клетки.

Бывают аксоны длиной более 1 м. **Конечные ветви аксона образуют синапсы более чем на 1000 других нейронов.** Большинство синапсов связывает аксонные окончания одного нейрона с дендритами, образующими «дерево» вокруг клеточного тела другого нейрона.

Без исчерпывающих знаний естественных законов функционирования **естественных нейронных сетей** человеческого организма на уровне знаний о естественных законах функционирования электрических, или электронных цепей, никакое их математическое моделирование принципиально не возможно.

Должны быть познаны естественные законы функционирования естественных нейронных сетей, реализующих каждую из высших психических функций человека.

Очень убедительно и выразительно подтверждает строкою выше высказанную мысль жизнедеятельность **вегетативной** нервной системы (ВНС).

Анимальные функции организма регулируются центральной нервной системой. Вегетативные функции организма регулируются специальным нервным аппаратом, состоящим из нервных узлов (ганглиев). Но под контролем ЦНС. Каждый узел — это нечто вроде маленького мозга, который может, независимо от центральной нервной системы, выполнять все ее функции.

Анимальные функции организма человека отражают его высшую нервную деятельность (ВНД), состоящую из высших психических функций (ВПФ) человека, количество которых превышает 30 разновидностей функций. Например:

- сознание,
- мышление,
- память,
- речь,
- письмо,
- счет,
- произвольные движения и т.д.

Вегетативные функции организма человека овеществляются в субстрате ЦНС и периферических отделов нервной системы человека, представленных большим количеством вегетативных узлов, нервов и нервных сплетений ВНС. Каждая из функций реализуется по концепту рефлексов (простейшая бессознательная реакция организма на раздражение рецепторов). Контролируется ВНС корой большого мозга. Вегетативная нервная система регулирует деятельность:

- внутренних органов,
- желез внутренней и внешней секреции,
- кровеносных и лимфатических сосудов,
- постоянство состава крови, лимфы, тканевой жидкости;
- регулирует состояние внутренней среды организма (температуру тела, артериальное давление, глазное давление, частоту пульса, pH, и многое другое).

Также она управляет:

- обменом веществ и связанными с ними функциями:
- дыханием,
- кровообращением,
- пищеварением,
- выделением,
- размножением;
- сокращением гладких мышц,
- взаимодействием отдельных органов в системах органов, одним словом,
- всеми произвольными процессами, не подчиняющимися воле и сознанию.

Строение вегетативной нервной системы отличается некоторыми особенностями. Она имеет свои «высшие законодательные» центры, расположенные в головном и спинном мозгу, подчиненные центры «районного масштаба» — периферические узлы или ганглии — и мощную сеть нервных волокон, оплетающих и пронизывающих буквально все органы и ткани. Как правило, вегетативные волокна по пути от нервных центров к иннервируемым органам прерываются в определенных нервных узлах. Вегетативная нервная система подразделяется на два больших отдела — симпатический и парасимпатический. Большинство органов и тканей снабжено как симпатическими, так и парасимпатическими волокнами. Эта двойная иннервация имеет исключительно важное значение для жизнедеятельности нашего организма. Она обеспечивает тонкую и точную регуляцию

функций. Но в то время как симпатические волокна проникают во все органы, парасимпатические разветвляются лишь в некоторых. Влияние симпатических и парасимпатических нервов на физиологические процессы неодинаково, иногда даже противоположно. В одних случаях симпатический отдел вегетативной нервной системы возбуждает деятельность клеток, тканей, органов, а парасимпатический тормозит ее, в других — имеют место обратные соотношения. Для деятельности вегетативной нервной системы огромное значение имеют биологически активные вещества — передатчики нервного возбуждения. Ацетилхолин и норадреналин — два важнейших химических соединения в организме человека и животных — осуществляют передачу возбуждения в синапсах вегетативной нервной системы, как в центрах, так и на периферии. Вегетативная нервная система принимает самое деятельное участие в удивительной, тончайшей игре механизмов, регулирующих физиологические процессы, возбуждающих одни клетки и тормозящих другие. Реакции вегетативной нервной системы имеют важнейшее значение для живых существ, начиная от доклеточных элементов и кончая целостным организмом. Голод и насыщение, аппетит и жажда, тошнота и рвота, радость, гнев, страх — все это в той или иной степени связано с состоянием и деятельностью вегетативной нервной системы. Для деятельности периферических элементов вегетативной нервной системы характерны особые виды рефлексов, так называемые аксон-рефлексы. В отличие от истинных рефлексов, аксон-рефлексы осуществляются без непосредственного участия нервных центров. Возбуждение, возникшее в периферическом рецепторе, не достигает нервной клетки, а переходит в точке разветвления нервного волокна с одной ветви на другую, вызывая таким образом тот или иной эффект. **Многочисленные рецепторы организма человека**, в том числе кожные рецепторы прикосновения, давления, боли, тепла и холода, иннервируются волокнами симпатической нервной системы, которая снабжает этими волокнами даже спинной и головной мозг, вплоть до его высших отделов.

Рецепторы внутренних органов информируют ВНС о:

- изменении температуры,
- нарушении осмотического давления,
- недостатке кислорода,
- избытке углекислоты,
- сдвигах в соотношении солей, белков, жиров, углеводов,
- повышении и снижении кровяного давления,
- расширении и сужении сосудов,
- мышечном напряжении
- и т.д.

Все это регистрируется, учитывается, объединяется, выправляется, в случае необходимости, компенсируется ВНС. **Бесперебойное регулирование и саморегулирование** многоплановой жизнедеятельности организма **осуществляется автоматически, с необычной точностью и закономерностью.**

Столь пристрастный анализ жизнедеятельности вегетативной нервной системы организма человека **понабился автору** лишь для того, чтобы продемонстрировать читателю, как ответственно, в высшей мере профессионально, и предельно высококачественно относится Природа к созданию детерминистических замкнутых систем автоматического регулирования (САР) всех без исключения вегетативных функций организма человека.

Безупречно и функционально полно реализуются:

- набор функциональных компонентов САР (множество рецепторов, множество исполнительных органов, множество регуляторов с априори известными законами регулирования, множество обратных связей (гибких и жестких, положительных и отрицательных) с известными передаточными функциями, множество датчиков (сигнализаторов) о ходе и результатах процесса регулирования);

- архитектура **оптимальных взаимосвязей** между функциональными компонентами САР, называемая **нейронной сетью** реализации определенной вегетативной функции;
- настроечные параметры нейронной сети в структуре онтогенеза.

Нет сомнений, что и все ВПФ управляются и регулируются по подобной концепции, так как она безупречна, имеет высокую точность и обеспечивает надежность результата с показателем надёжности, близким к единице.

Немыслимо даже на мгновение предположить, что при таких высококачественных научно-технических решениях в архитектуре САР вегетативной нервной системы, Природа способна допустить в упомянутых выше нейронных сетях путешествие по неоптимальным маршрутам сигналов случайной архитектуры, не нагруженных высокоточным смыслом и не имеющих высокоточных значений.

Эта, воспроизведенная только что мысль, является жемчужиной теорий гениальных естествоиспытателей академиков Сеченова И.М. и Павлова И.П., которые в конце 19 и начале 20 веков заложили основы знаний о рефлекторной природе сознательной и бессознательной жизнедеятельности человека, и показали, что в основе психических явлений лежат **высокоточные физиологические процессы, познаваемые объективными методами.**

Более того, в современных учебниках по **Основам физиологии человека** (например, академика Агаджаняна Н.А.) неоднократно повторяются следующие концепты:

- Наиболее сложные и совершенные формы поведения осуществляются на основе условнорефлекторной деятельности.
- Рефлексы делятся на: безусловные (врождённые) и условные (приобретенные в процессе индивидуальной жизни).
- Безусловные рефлексы наследуются потомками от предков генным путём.
- Условные рефлексы не наследуются по причинам, приведенным несколькими пунктами ниже.
- Структурной основой каждого рефлекса, его материальным субстратом является рефлекторная дуга (точнее, кольцо) – строго фиксированная в организме нейронная цепь, по которой проходит нервный импульс от рецептора к исполнительному органу (мышце, железе).
- Естественный отбор является процессом выделения положительной информации из окружающей среды и кодирования ее в генах.
- Эволюция генома человека декларируется в естествознании, как аккумуляция **генов обучаемости** в течение последних 4 млрд. лет.
- У превращения практических навыков в инстинкты (безусловные рефлексы) есть свой логический предел. Например, хотя в основе разговорной речи лежит врожденный инстинкт, трудно представить, какой путь должна пройти эволюция, чтобы сделать врожденным еще **и словарный запас**. Более того, разговорная речь от этого только утратила бы свою гибкость. Так, техническая терминология существенно облегчает общение специалистов, но делает их речь непонятной для окружающих. **Необходимый словарный запас зависит от профессии человека, возраста, круга интересов** и прочих факторов, **которые невозможно учесть в генах.** Такая же гибкость проявляется и в животных инстинктах. Например, птицы способны корректировать полученную по наследству систему навигации, что позволяет им чутко реагировать на изменения климата и местности.
- **Мозг человека обладает величайшей тайной – способностью к самосовершенствованию.** Мозг воспринимает информацию, которая в свою очередь изменяет мозг, делает его более ловким в восприятии и обработке

информации особого типа. Этот процесс саморазвития называется **практикой**. Геном человека в этом плане гораздо более консервативен.

- Именно головной мозг является субстратом для материализации условных рефлексов в формате рефлекторных дуг (более точно – колец). **Со смертью человека погибают и все приобретенные условные рефлексы, так как одного поколения человека мало для эволюции его генотипа.**
- Генетическая наследственность и воля разума являются двумя сторонами медали. Мозг создается генами. Мозг настолько хорош, **насколько хорош проект мозга**, заложенный в генах. Способность мозга изменяться в ответ на сигналы из окружающей среды также предопределена генами. **Великой тайной природы является то, как простой, линейный и консервативный геном может кодировать сложный, трехмерный и динамически развивающийся мозг.**

Самый поразительный исторический факт состоит в том, что указанному очевидному идеальному порядку в физиологии природных систем апологетами искусственных нейронных сетей противопоставляется подход, антагонистичный природному, в котором отрицается детерминизм природных явлений и естественные законы регулирования вегетативных функций и особенно функций высшей нервной деятельности человека.

Т.е., в конечном счете, апологетами предлагается:

- отречься от познания естественных законов управления и регулирования, в частности, ВПФ;
- вместо этого следует, по их мнению, создать универсальную архитектуру нейронной сети;
- со стереотипными взаимосвязями между всеми её компонентами;
- но при **неизвестных оптимальных взаимосвязях** между этими компонентами в исследуемых сетях;
- со стереотипным вектором входных в сеть сигналов (от рецепторов);
- а потом на основе **концепта обучения** универсальной сети на получение **заранее известного результата на выходе сети** при стандартном универсальном входе в сеть;
- **запомнить векторный результат настроечных параметров нейронной сети**, с целью его применения для распознавания образов этого заранее известного стереотипа.

Сущность **концепта обучения** заключается в следующем. Каждой из ветвей сети, обеспечивающей взаимосвязь между двумя нейронами, а также между нейроном и входным сигналом от рецептора, присваивается весовой коэффициент этой ветви. С помощью этого коэффициента изменяется величина сигнала, передаваемого от нейрона к нейрону. Путём изменения коэффициентов в ветвях сети оказывается влияние на значение каждого из компонентов в векторе выходного сигнала этой сети. Обучение искусственных нейронных сетей осуществляется методом проб и ошибок. Для искусственных нейронных сетей написано множество всевозможных теорий их обучения и оптимизации. Но все они в качестве регулируемых величин с лёгкостью используют те физические величины, на формирование оптимальных решений по которым Природе пришлось затратить миллиарды лет. В первую очередь, это относится к архитектуре нейронной сети. А во вторую – к высокоточным аналоговым значениям показателей рецепторов, входящих в эту архитектуру. Теоретики алгоритмов обучения, не имея корректных предложений по использованию в их моделях высокоточных аналоговых значений рецепторов, не колеблясь, решают их заменить произвольными дискретными значениями. Более чем очевидно, что подобные теории, как минимум, противоречат здравому смыслу. Тем более, если учесть, что передача сигналов в естественных нейронных сетях без химических реакций просто не мыслима.

Так как в естественных нейронных сетях входные и выходные сигналы имеют аналоговый тип, то для того, чтобы применение концепта обучения оказалось корректным, необходимо

доказать, с моей точки зрения, бесчисленное множество теорем о корректности результата на выходе нейросети при:

- разных сочетаниях значений компонентов в векторе входного сигнала при условиях изменения каждого из входных аналоговых сигналов;
- разных сочетаниях значений весовых коэффициентов хотя бы при одном шаге продвижения по сети в сторону её выхода.

Этих двух условий вполне достаточно, чтобы понять, что речь идет об NP-полной задаче, т.е. неразрешимой задаче.

Так как в физиологии человека даже архитектура нейросети при реализации любой из ВПФ пока не познана, не говоря уже о векторе компонентов выходного сигнала для какой – либо конкретной ВПФ, то NP-полная задача уже кричит о фатальном заблуждении апологетов теории искусственных нейронных сетей. Так что лучше познать гениальные решения Природы, чем поддаваться на авантюры безнравственных горе-исследователей.

Литература

15. Физиология человека (учебник для мед. вузов), Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А., под ред. академика РАМН Агаджаняна и профессора Н.А.Циркина, Москва, Медицинская книга, Н. Новгород, Издательство НГМА, 2003.
16. Хомская Е. Д. Нейропсихология: 4-е издание. — СПб.: Питер, 2005. — 496 с.
17. Когнитивная психология. Учебник для вузов / Под ред. В. Н.Дружинина, Д. В. Ушакова — М.: ПЕР СЭ, 2002 — 480 с.
18. Физиология → Мозг и нервная система человека - Борисова И.А. - Иллюстрированный справочник. Год выпуска: 2009. Москва.
19. Кондратенко В.А. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. “Алефа”. 2010 г. -267 стр.

Кондратенко В. А.

Устранение функциональной неполноты грамматики формального языка биохимии обеспечит полноценное и эффективное познание естественных биополимеров

Синтаксис и особенно семантика современного формального языка биохимии не позволяют функционально полно отразить даже постановку проблемных функциональных задач биохимии, не говоря уже:

- о формальном (не содержательном) теоретическом доказательстве правильности вывода заключений в молекулярных и структурных формулах этого языка;
- и о формальном (не содержательном) теоретическом прогнозировании эволюции заключений в этих формулах при изменении численных значений переменных и параметров, функционально полно характеризующих состояния исследуемых химических реакций.

Такой низкий уровень научного потенциала формального языка современной биохимии привел к тому, что теоретический арсенал мирового химического сообщества не используется вообще, а единственной достоверной научной информацией о химических соединениях являются:

- экспериментальные данные об этих соединениях, которые хранятся в электронных базах данных **Химической реферативной службы США, называемой CAS (Chemical Abstracts Service) RN** (регистрационные номера химических соединений).

В этой базе данных по состоянию на 15.05.2012 года хранится более 64 миллионов химических соединений, характеризующихся, как минимум, 10^{12} формальных символов.

Совершенно очевидно, что при таком объеме формальных символов, отражающих естественные законы протекания реальных химических реакций, принять **CAS RN** в качестве **теоретических основ** современной биохимии физически абсолютно не мыслимо – возможности ресурса индивидуального человеческого сознания порядков на семь меньше требуемых **CAS RN**. Да и количество естественных химических законов вряд ли превышает цифру 200 штук. А повторяемость естественных законов химии в **CAS RN не менее четырех порядков**.

Поэтому выход из создавшейся ситуации единственный: создать формальный язык современной биохимии с адекватной человеческому сознанию грамматикой. Чему и посвящена эта публикация.

Цель публикации заключается в изложении предложений автора по дополнению алфавита, синтаксиса и семантики формального языка биохимии новыми формализмами, обеспечивающими работу:

- с конечными (любой размерности) множествами однородных химических мономеров, определяемых дескриптивно;
- с логическими функциями любой арности – предикатами;
- с математической логикой предикатов первого порядка, позволяющей формальный автоматический вывод заключений в химических формулах любой размерности; позволяющей формальное автоматическое доказательство правильности вывода заключений в химических формулах.

Со времени получения английским биохимиком Фредериком Сенгером Нобелевской премии по химии в 1958 году, за результат исследования

по теме установления химического строения макромолекулы инсулина и первичной структуры гена, кодирующего синтез инсулина,

до сих пор не познана структурная формула естественного инсулина, которая позволила бы осуществить полный химический синтез инсулина человека.

Однако разработаны способы трансформации инсулина животных в инсулин человека, а также осуществлено получение инсулина человека методами генетической инженерии, использующими концепцию трансформации инсулина животных в инсулин человека.

Как следует из смыслового факта двух последних абзацев, не следует терять время на поиски наилучших приближений структурной формулы инсулина, так как польза от этого

приближения всё равно будет нулевой: структурная формула – она или есть, или её нет, таковы жестокие реалии точных наук.

Поэтому, при отсутствии необходимого выбора, проанализируем **возможности совершенствования грамматики формального языка биохимии на примере макромолекулярной формулы инсулина, полученной методами генетической инженерии** на основе стандартного перечня аминокислот органической химии.

Тем более что анализ грамматики этого языка показывает, что его *семантику*, как смысловую сторону языковых конструкций, нельзя считать функционально полной, обеспечивающей:

- требуемую полноту отражения всесторонних характеристик, свойств и физических параметров исследуемых химических явлений, химических реакций, концептуально влияющих на динамику естественных процессов, протекающих в указанных явлениях и реакциях.

В частности, это замечание касается,

во-первых, отсутствия в современном формальном языке специальных средств (например: аксиом, теорем и математической логики) учета количественных характеристик таких физических факторов как:

- давление,
- температура,
- орошение,
- ферментативное расщепление,
- гидролизация ферментами,
- радиационное облучение,
- световое облучение разными частотами,
- присутствие различных катализаторов,
- поглощение или излучение энергии,
- и многих других факторов обеспечения условий нормального протекания химических процессов;

во-вторых: отсутствия в современном формальном языке специальных средств (например: аксиом, теорем и математической логики) описания динамических природных процессов, связанных с синтезом природных полимеров, когда макромолекулы химических соединений формируются на основе сотен тысяч, или даже миллионов молекул-мономеров. В современном формальном языке биохимии даже функционально полное отражение в математических формализмах **структурных звеньев макромолекул, как правило, проблематично**, когда приходится характеризовать линейные, или, тем более, циклические цепи макромолекул, состоящие из сотен тысяч мономеров.

Потому что последовательности мономеров в этих цепях **имеют стохастическую природу** в зависимости от случайных сочетаний химических и физических параметров, обеспечивающих процесс полимеризации.

Отсутствие в современном формальном языке химии упомянутых специальных формальных средств исключает возможность не только теоретического доказательства истинности исследуемых химических явлений, химических реакций и химического синтеза, но и не позволяет что-либо прогнозировать в смысле эволюции и синтеза наблюдаемых химических процессов.

Мне представляется, **что до тех пор, пока не будет раскрыта тайна синтеза природных полимеров под управлением определенных природных клеточных геномов**, никакая биохимия не сможет получить необходимый результат по **теоретическому биосинтезу природных полимеров**.

Только раскрытие тайн геномной инженерии обеспечит рождение общественно полезной биохимии.

Итак, начнем с характеризования биополимера инсулин и его макромолекулярной формулы, основанной на стандартном перечне аминокислот органической химии.

ИНСУЛИН (от лат. *insula* - остров), гормон, вырабатываемый в поджелудочной железе b-клетками островков Лангерганса. Молекула инсулина человека (мол. м. 5807) состоит из двух пептидных цепей (А и В), соединенных двумя ди-сульфидными мостиками; третий дисульфидный мостик находится в цепи А (см. формулу на стр.4).

Инсулин обнаружен у всех позвоночных. У крупных млекопитающих молекулы инсулина отличаются по аминокислотному составу только в положениях 8, 9 и 10 цепи А и в положении 30 цепи В (см. табл.). У рыб, птиц и грызунов различия в строении инсулина значительны.

РАЗЛИЧИЯ В СТРОЕНИИ А- И В-ЦЕПЕЙ МОЛЕКУЛ ИНСУЛИНА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Вид	Положения аминокислотных остатков			
	А-цепь			В-цепь
	8	9	10	30
Человек	Thr	Ser	Ile	Thr
Свинья	Thr	Ser	Ile	Ala
Корова	Ala	Ser	Val	Ala
Овца	Ala	Gly	Val	Ala
Лошадь	Thr	Gly	Ile*	Ala

Биосинтез инсулина млекопитающих кодируется одним геном (у некоторых видов - двумя), определяющим образование одноцепочечного крупного белка - предшественника проинсулина (мол. м. ок. 9000), из которого после ферментативного расщепления образуется гормон. В организме инсулин гидролизуется протеолитическими ферментами (трипсином, химотрипсином, пепсином), тканевыми протеазами и пептидазами, а также ферментом печени – инсулиназой. Основная физиологическая функция инсулина заключается в регулировании уровня глюкозы в крови.

Инсулин улучшает усвоение глюкозы тканями и стимулирует превращение глюкозы в гликоген, облегчает проникновение глюкозы в клетки.

При недостатке инсулина в организме возникают тяжелые нарушения обмена веществ (сахарный диабет), при котором в крови резко повышается концентрация глюкозы (гипергликемия), наблюдается избыточное выведение глюкозы с мочой (глюкозурия), нарушается синтез белков и жиров.

Введение препаратов инсулина обеспечивает лечебный эффект.

Макромолекулярная формула инсулина, основанная на аминокислотах-стандартах

Смысловую нагрузку буквенных обозначений в формуле следует смотреть в ниже следующей таблице на стр. 7-8.

Следует напомнить, что представленная на странице 4 макромолекулярная формула инсулина является плодом основополагающего принципа философии естественных наук, утверждающего:

“Живая природа – это бесценный дар не только материального мира нашей Вселенной, но и информационного – нематериального мира, а сами мы: люди, животные, растения и даже микробы, являемся детьми этих двух миров. Известно, что, точно так же, как наше тело состоит из отдельных типовых клеток, имеющих различную структурную организацию, так и все макромолекулы и клеточные структуры строятся на основе отдельных унифицированных биологических элементов (**нуклеотидов, аминокислот, простых сахаров, жирных кислот и других типовых мономеров**). Этот универсальный набор представляет собой не что иное, как **элементную базу живого**, или **общий молекулярный биологический алфавит**, который служит не только для построения макромолекул и клеточных компонентов, но и для кодирования и программирования их молекулярных структур и биологических функций. Конечное и весьма ограниченное (в сравнении с бесконечностью) **множество природных биохимических элементов (химических букв и символов)** не могли бы программно (целенаправленно) соединяться в отдельные макромолекулы и работать в системе как единое целое, если бы в живой клетке не существовал **информационный механизм их управления**”.

Молекулярный алфавит живой природы

В состав этого уникального комплекса элементов входят различные системы биологических элементов (отдельные молекулярные алфавиты):

- 1) восемь нуклеотидов, – “четыре из них играют роль кодирующих единиц ДНК, а другие четыре используются для записи информации в структуре РНК” [3];
- 2) двадцать различных стандартных аминокислот, которые кодируются в ДНК и служат для матричного построения белковых молекул;
- 3) несколько жирных кислот, – сравнительно небольшое число стандартных органических молекул, служащих для построения липидов;
- 4) родоначальниками большинства полисахаридов является несколько простых сахаров (моносахаридов) и т. д.

Все эти химические буквы и символы живой природы являются натуральными дискретными единицами молекулярной информации. Важно также отметить, что **весь этот комплекс элементов обладает функциональной полнотой, так как содержит функционально полный набор биологических элементов. Именно поэтому живая природа, пользуясь биологическими элементами, способна к построению и реализации любых биологических структур и функций.**

Нуклейновая кислота (от лат. *nucleus* — ядро) — высокомолекулярное органическое соединение, биополимер (полинуклеотид), образованный остатками нуклеотидов. Нуклеиновые кислоты ДНК и РНК присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации. В настоящее время, как известно, с ДНК, входящей в состав хромосом, связывают две основные функции:

- функцию памяти, хранения структурной информации, сопряженную с совокупностью структурных генов, которую можно назвать программирующим устройством;
- и функцию управления выдачей и блокировкой структурной информации, сопряженную с *совокупностью генов регуляторов* и операторов, которую можно назвать управляющим устройством. [6]

Нуклеотиды — фосфорные эфиры нуклеозидов, нуклеозидфосфаты. Свободные нуклеотиды, в частности АТФ, цАМФ, АДФ, играют важную роль в энергетических и информационных внутриклеточных процессах, а также являются составляющими частями нуклеиновых кислот и многих коферментов.

Нуклеозиды — это гликозиламины, содержащие азотистое основание, связанное с сахаром (рибозой или дезоксирибозой).

Нуклеотиды: *монофосфаты* (АМФ • ГМФ • UMP • ЦМФ) • *дифосфаты* (АДФ • ГДФ • УДФ • ЦДФ) • *трифосфаты* (АТФ • ГТФ • УТФ • ЦТФ) • *циклические* (цАМФ • цГМФ • cADPR)

Соединения, состоящие из двух нуклеотидовых молекул, называются **динуклеотидами**, из трёх — **тринуклеотидами**, из небольшого числа — **олигонуклеотидами**, а из многих — **полинуклеотидами**, или **нуклеиновыми кислотами**.

Названия нуклеотидов представляют собой аббревиатуры в виде стандартных трёх- или четырёхбуквенных кодов.

Латинские и русские коды для нуклеиновых оснований:

- А — А: Аденин;
- G — Г: Гуанин;
- С — Ц: Цитозин;
- Т — Т: Тимин (5-метилурацил), не встречается в РНК, занимает место урацила в ДНК;
- U — У: Урацил, не встречается в ДНК, занимает место тимина в РНК.

Генетический код. Словарь перевода триплетов нуклеотидов в аминокислоты.

Почти все живое на Земле использует один и тот же "словарь" перевода троек (кодонов) генетических букв (нуклеотидов) в аминокислоты, определяющие первичную линейную структуру белка. Это так называемый канонический код. 64 кодонам соответствует 20 аминокислот - различные аминокислоты кодируются от одной до шести комбинаций. В коде есть три стоповых кодона - завершающих синтез цепочки аминокислот. Начало последовательности обычно кодируется стартовыми (параллельно их основной функции кодирования аминокислот) кодонами АТG, СТG и GTG, у некоторых организмов также АТТ. Все слова (кодона) состоят из групп по три нуклеотида четырех типов: аденин А, цитозин С, гуанин G, тимин Т - для ДНК. В молекулах РНК заменой нуклеотида тимин Т служит нуклеотид урацил U.

Сам словарь перевода выглядит следующим образом:

Аминокислота	Английское название	Обозначение	Кодоны
Аланин	Alanine	Ala	GCA, GCC, GCG, GCT
Аргинин	Arginine	Arg	CGA, CGC, CGG, CGT, AGG, AGA
Аспарагин	Asparagine	Asn	AAT, AAC

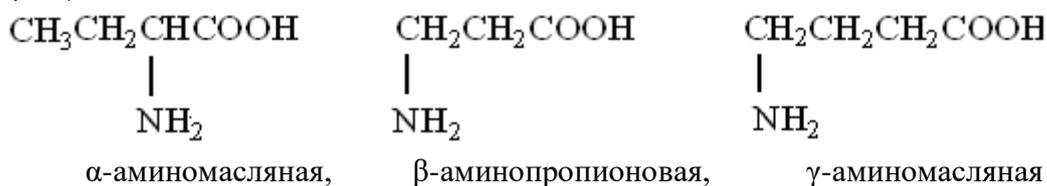
Аспарагиновая кислота	Aspartic Acid	Asp	GAT, GAC
Цистеин	Cysteine	Cys	TGT, TGC
Глютамин	Glutamine	Gln	CAA, CAG
Глютаминовая кислота	Glutamic Acid	Glu	GAA, GAG
Глицин	Glycine	Gly	GGA, GGC, GGG, GGT
Гистидин	Histidine	His	CAT, CAC
Изолейцин	Isoleucine	Ile	ATT, ATC, ATA
Лейцин	Lysine	Leu	CTA, CTC, CTG, CTT, TTG, TTA
Лизин	Leucine	Lys	AAA, AAG
Метионин	Methionine	Met	ATG
Фенилаланин	Phenylalanine	Phe	TTT, TTC
Пролин	Proline	Pro	CCA, CCC, CCG, CCT
Серин	Serine	Ser	TCA, TCC, TCG, TCT, AGT, AGC
Треонин	Threonine	Thr	ACA, ACC, ACG, ACT
Триптофан	Thryptophan	Trp	TGG
Тирозин	Tyrosine	Tyr	TAT, TAC
Валин	Valine	Val	GTA, GTC, GTG, GTT
<i>стоповый кодон</i>		<i>Ter</i>	TAA, TAG, TGA

Существуют, однако, группы организмов и отдельных ситуаций, имеющих отдельные отклонения от приведенной таблицы. При этом в отклоняющихся ситуациях даже стоповые кодоны могут кодировать аминокислоты.

Классификация аминокислот

Аминокислотами называются органические кислоты, содержащие одну или несколько аминогрупп.

В зависимости от положения аминогруппы по отношению к карбоксилу различают α , β и γ -аминокислоты:

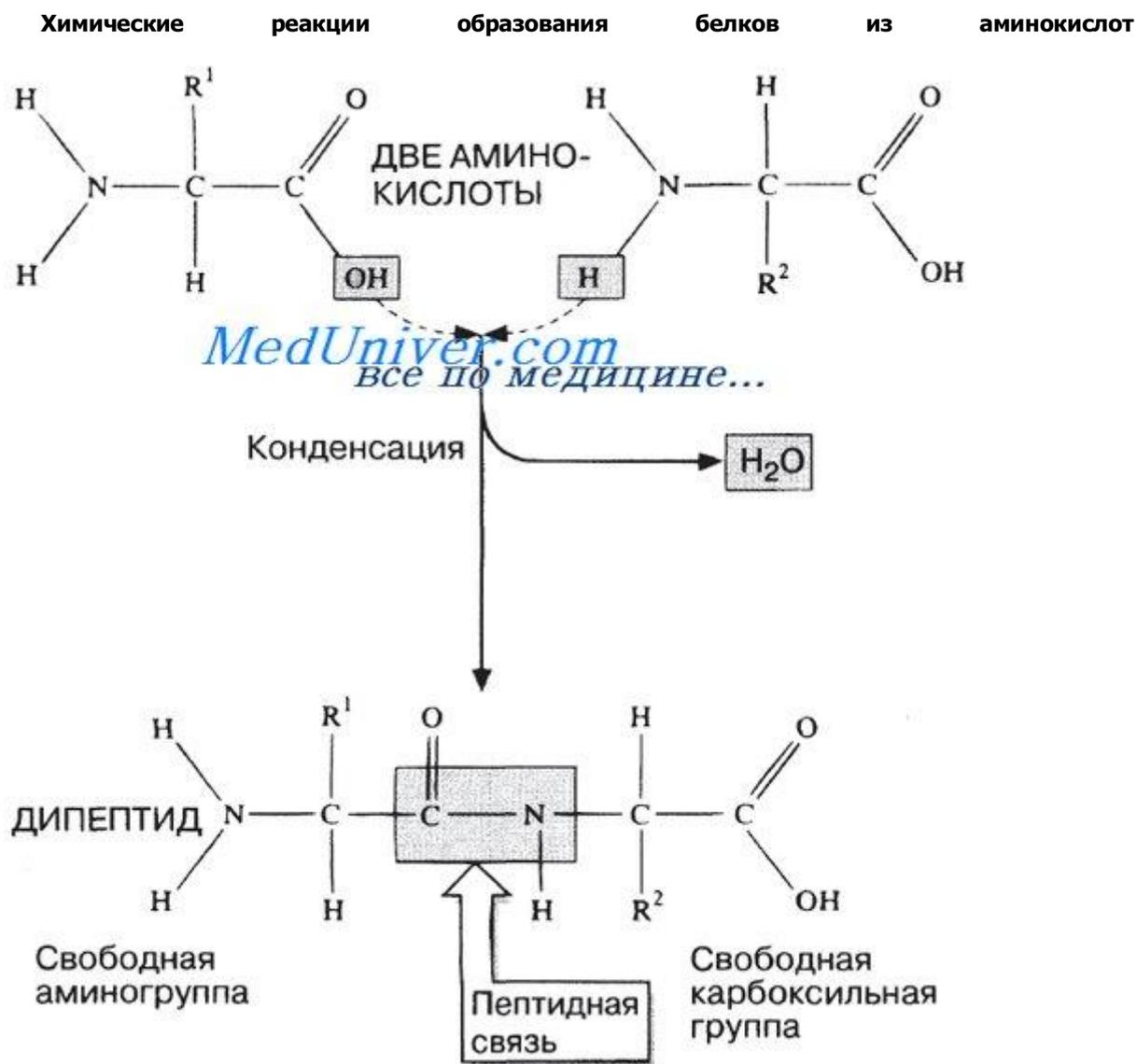


Белки в живой клетке

Белки - это основной строительный материал клетки, который синтезируется самой клеткой. В организме человека содержится свыше 50 000 индивидуальных белков, отличающихся первичной структурой, конформацией, строением активного центра и функциями. Белки построены из 20 химически различных аминокислот, каждая из которых

может занимать любое положение в полипептидной цепи. Кроме того, белки различаются количеством аминокислот, из которых они построены.

Белки (протеины, полипептиды^[1]) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью альфа-аминокислот. В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом, при синтезе в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот. Множество их комбинаций дают большое разнообразие свойств молекул белков.



Формула F2

Типичный белок содержит от 100 до $4 \cdot 10^4$ аминокислот. Молекула ДНК E.coli состоит из $4 \cdot 10^6$ пар нуклеотидов, а сильно разветвлённая молекула крахмала содержит свыше 10^6 сахарных звеньев. Обычно макромолекулы в клетках связаны друг с другом слабыми электростатическими и вандервальсовыми силами. В отдельных случаях макромолекулы белка пронизаны сильными ковалентными связями.

Функции белков в клетках живых организмов

Функции белков в клетках живых организмов более разнообразны, чем функции других биополимеров — полисахаридов и ДНК. Так, белки-ферменты катализируют протекание биохимических реакций и играют важную роль в обмене веществ. Некоторые белки выполняют структурную или механическую функцию, образуя цитоскелет, поддерживающий форму клеток. Также белки играют важную роль в сигнальных системах клеток, при иммунном ответе и в клеточном цикле.

- 7 Функции белков в организме
 - 7.1 Каталитическая функция
 - 7.2 Структурная функция
 - 7.3 Защитная функция
 - 7.4 Регуляторная функция
 - 7.5 Сигнальная функция
 - 7.6 Транспортная функция
 - 7.7 Запасная (резервная) функция белков
 - 7.8 Рецепторная функция
 - 7.9 Моторная (двигательная) функция
- 8 Белки в обмене веществ

Ферменты

Благодаря набору ферментов в клетках превращения поступающих в них веществ протекают не хаотично, а в строго определённых направлениях.

Синтез белков в живой клетке на рибосомах происходит, как правило, из 20 аминокислот, называемых стандартными^[12].

Без какого-либо преувеличения можно сказать, что **определяющим качеством жизни любого живого организма является биополимер полинуклеотидная последовательность ДНК** (исключение составляют РНК-содержащие вирусы), которая наделена функцией первичного носителя генетической информации этого живого организма.

Единицей наследственной информации, далее не делимой в функциональном отношении, является ген, ответственный за формирование какого-либо элементарного признака. Ген представлен участком ДНК (реже РНК), кодирующий синтез одной макромолекулы: полипептида, рРНК, либо тРНК. Гены находятся в определенных участках хромосом — локусах. В любой клетке определенного организма содержатся все гены, ответственные за синтез всех белков организма. Однако в каждой специализированной клетке работают лишь немногие из всей *совокупности генов*. Остальные гены чем-то заблокированы. [9] Нет вечной жизни на Земле, не вечны и гены. Любой из генов человека может подвергнуться случайному изменению - мутации. Однако вероятность мутации для отдельного гена столь мала, **что пока он наиболее вечен из всего сущего**. Многие наши гены дошли до нас через миллиарды лет от древнейших этапов развития жизни.

Приведенного перечня характеристик биополимера инсулин и его макромолекулярной формулы, основанной на стандартном перечне аминокислот органической химии, вполне достаточно чтобы приступить к главной цели публикации — **изложению предложений автора по дополнению алфавита, синтаксиса и семантики формального языка биохимии новыми формализмами, обеспечивающими работу:**

- с конечными (любой размерности) множествами однородных химических мономеров, определяемых дескриптивно;
- с логическими функциями любой ариности – предикатами;
- с математической логикой предикатов первого порядка, позволяющей формальный автоматический вывод заключений в химических формулах любой размерности; позволяющей формальное автоматическое доказательство правильности вывода заключений в химических формулах.

Эти предложения я реализую на примере конкретного описания моим формальным языком биохимии процесса экспериментального получения макромолекулярной формулы инсулина, полученной Ф. Сенгером, и приведу теоретическое, формальное и автоматизированное доказательство истинности этой формулы, выполненное в моём формальном языке биохимии на основе результатов эксперимента Ф. Сенгера.

Главная отличительная черта моего формального языка биохимии от традиционного языка биохимии заключается в преобразовании функционально полной последовательности экспериментальных действий в процессе реализации химической реакции полимеризации исходных мономеров в заключительный биополимер инсулин в набор логических формул, адекватно и корректно отражающих функционально полную последовательность упомянутых экспериментальных действий.

При этом все химические компоненты и их существенные для химической реакции свойства, включая численные значения переменных и параметров, характеризующих состояния химических реакций, а также все существенные для химической реакции действия со своими численными характеристиками, представляются в качестве аксиом. В качестве теорем, построенных на упомянутых аксиомах, выступают наблюдаемые состояния исследуемых химических реакций. Логические операции воспроизводят процесс взаимодействия между химическими компонентами наблюдаемой химической реакции. Формальное доказательство сформулированных теорем, как раз и является решением задачи воспроизведения естественной химической реакции в исследуемом химическом явлении.

Для отражения химической реакции в формате текста логических утверждений, т.е. реакции, результатом которой явилась макромолекулярная формула инсулина **F1**, необходимо в первую очередь определить все аксиомы этой реакции и представить их в формате предикатов. В результате получим ниже следующий набор предикатов:

1. $p1(A, (H_2N-Gly-Ile-Val-Glu-Gln-Cys1(p1,A)))$ – химическая реакция между компонентами цепи A, указанными в скобках, успешно завершилась, образовав звено этой цепи с №1. [1]

Очевидно, что логическое высказывание [1] с конкретными значениями имени цепи A и макромолекулярной формулы звена №1 является одной из интерпретаций абстрактной логической формулы, т.е. предиката:

$$p1(X1, Y1) \quad [2]$$

2. $p2(A, (Cys1(p1,A)-Cys2(p2,A)-Thr-Ser-Ile-Cys3(p2,A)))$
 $\quad \quad \quad \begin{array}{c} \text{---S---S---} \\ \text{---S---S---} \end{array} Cys5(p4,B)$ - химическая реакция между компонентами цепи A и B, указанными в скобках, успешно завершилась, образовав звено этой цепи с №2. [3]

По аналогии с п.1 записываем абстрактный предикат:

$$p2(X1, Y2) \quad [4]$$

Завершить формальное моделирование процесса химического производства инсулина человека следует доказательством формальным способом истинности сформулированной только что теоремы, как того требует любая полноценная и эффективная теория.

Формальное доказательство теоремы основывается на бесчисленном множестве фактов в исторической практике получения в производственных условиях инсулина человека обсуждаемым способом, как того требует материалистическая теория познания.

В связи с этим формула [11] дополняется фактами исторической практики и получается состоящей из двух частей:

В левой части формулы записывается теоретическое утверждение о гарантированной возможности получения инсулина в соответствии с теоремой [11], что удостоверяется формализмом \forall (при всех допустимых интерпретациях из области определения предметной переменной, связанной с \forall , формула всегда остается истинной). Левая часть новой формулы [14] будет выглядеть так:

$$(\forall X1)(\forall X2)(\forall Y1)(\forall Y2)(\forall Y3)(\forall Y4)(\forall Y5)((p1(**) \wedge p2(**) \wedge p3(**) \wedge p4(**) \wedge p5(**) \wedge p6(**) \wedge p7(**)) \Rightarrow p8(**)) \quad [12]$$

В правой части формулы записываются истинные экспериментальные факты получения инсулина по теореме [11], что удостоверяется формализмом \exists (существует как минимум одна интерпретация из области определения предметной переменной, связанной с \exists , когда формула принимает истинное значение).

Правая часть новой формулы [14] будет выглядеть так:

$$(\exists X1)(\exists X2)(\exists Y1)(\exists Y2)(\exists Y3)(\exists Y4)(\exists Y5)((p1(**) \wedge p2(**) \wedge p3(**) \wedge p4(**) \wedge p5(**) \wedge p6(**) \wedge p7(**)) \Rightarrow p8(**)) \quad [13]$$

Левая [12] и правая [13] части формулы [14] связываются логической операцией следования \Rightarrow (из теоретического утверждения [12] непременно следует экспериментальный факт [13]).

В целом формула [14] будет выглядеть так:

$$((\forall X1)(\forall X2)(\forall Y1)(\forall Y2)(\forall Y3)(\forall Y4)(\forall Y5)((p1(**) \wedge p2(**) \wedge p3(**) \wedge p4(**) \wedge p5(**) \wedge p6(**) \wedge p7(**)) \Rightarrow p8(**))) \Rightarrow ((\exists X1)(\exists X2)(\exists Y1)(\exists Y2)(\exists Y3)(\exists Y4)(\exists Y5)((p1(**) \wedge p2(**) \wedge p3(**) \wedge p4(**) \wedge p5(**) \wedge p6(**) \wedge p7(**)) \Rightarrow p8(**))) \quad [14]$$

В соответствии с теорией автоматического доказательства теорем, собственно доказательство будет выглядеть следующим образом.

Для того чтобы существенно сократить количество формальных символов в формуле [14] обозначим идентификатором F_1 , формулу:

$$(p1(**) \wedge p2(**) \wedge p3(**) \wedge p4(**) \wedge p5(**) \wedge p6(**) \wedge p7(**))$$

Тогда формула [14] примет новый вид:

$$((\forall X1)(\forall X2)(\forall Y1)(\forall Y2)(\forall Y3)(\forall Y4)(\forall Y5) (IF_1 \vee p8(\text{*****}))) \Rightarrow \\ ((\exists X1)(\exists X2)(\exists Y1)(\exists Y2)(\exists Y3)(\exists Y4)(\exists Y5)(IF_1 \vee p8(\text{*****})) \quad [15]$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Две из них выглядят так:

$$(F1(X) \Rightarrow F2(X)) \equiv (IF1(X) \vee F2(X)) \\ (F1(X) \Rightarrow F2(X)) \equiv (F1(X) \wedge IF2(X))$$

Одно из правил устанавливает

$$I\exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [15] примет такой вид:

$$(IF_1 \vee p8(\text{*****})) \wedge I(IF_1 \vee p8(\text{*****})) \quad [16]$$

Формула [16] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов.

Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методика автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.

Следовательно, теорема успешно доказана.

Заключение.

Предложенные автором статьи средства устранения функциональной неполноты грамматики формального языка биохимии действительно обеспечивают полноценное математическое моделирование и эффективное решение задач познание естественных биополимеров чисто теоретическим путём, но при обязательном подтверждении теоретического результата прямым натурным экспериментом, как того требует материалистическая теория познания.

Это означает, что в распоряжение теоретиков биохимии поступает эффективный теоретический инструмент прогнозирования результатов выполнения химических реакций между миллионами мономеров, способными породить сложнейшие биополимеры.

Литература

1. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке. В 3 томах. М.: Мир, 1980 -85г.г..
2. Ленинджер А. Основы биохимии. Том 1-3. М.: Мир, 1985г.
3. Г.И. Дерябина, Г.В. Кантария. Органическая химия. Интерактивный мультимедиа учебник. Самарский Государственный Университет (СамГУ). Самара.: 1998—2012 г.
4. П.М. Васильев. Молекулярное моделирование в химии, биологии и медицине. Саратовский Государственный Университет (СГУ). Саратов. 2004 г.
5. **Химическая энциклопедия** в 5 томах Год выпуска: 1988. Издательство: Советская Энциклопедия.

Кондратенко В.А.

Логико-диалектическая модель познания химических реакций в биологии и её значение в отражении сущности всего живого

Познание человеком любой конкретной материальной или биологической системы (явления) мироздания по велению Природы пока осуществляется:

- Во-первых, путём создания в его (человека) **сознании** оригинального идеалистического продукта, называемого **“отражением наблюдаемой реальной системы”**,

непрерывно соответствующего целям познания, и формируемого на основе **логико-диалектической модели (ЛДМ)** процесса функционирования этой конкретной исследуемой системы (явления).

Под ЛДМ исследуемой системы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно–следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями, выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояниями в конкретном явлении отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;

природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости;

диалектические отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

- Во-вторых, путём одновременного и параллельного создания на основе **отражения наблюдаемой реальной системы** (явления) материального продукта, называемого в современной биологии **нейрофизиологической моделью** наблюдаемой материальной системы (явления), которая (модель) автоматически сохраняется в долговременной распределенной памяти центральной нервной системы этого человека, сосредоточенной в его спинном и головном мозге.

Очевидно, что только **исчерпывающие знания** о сущности логических и диалектических отношений между взаимодействующими в конкретном явлении **объектами**, чаще называемыми **переменными состояниями**, или **операндами**, открывают возможность сознательного, грамотного и профессионального управления этими явлениями. Например, управления химическими реакциями в биологических процессах.

Несмотря на непрерывное доминирование в международном химическом научном сообществе на протяжении предшествующих 50 лет

прогрессивной концепции по созданию единой парадигмы познания естественных законов, управляющих химическими реакциями между веществами таблицы Менделеева, все же до сегодняшнего дня такой парадигмы не существует.

Это означает, что о теоретическом синтезе химических реакций, направленных на создание новых композиций атомарных веществ с наперед заданными физическими характеристиками и свойствами пока не может быть и речи.

Как и две сотни лет назад сегодня остается единственным доступным человечеству способ получения композиций атомарных веществ с желательными свойствами и характеристиками – способ случайного поиска этих композиций путём прямого натурального экспериментирования с атомарными веществами таблицы Менделеева.

Смягчается трагизм вынужденной необходимости прямого натурального экспериментирования с атомарными веществами в текущее время возможностью использования результатов такого же экспериментирования за предшествующие столетия, отражённых в электронных базах данных **Химической реферативной службы США, называемой CAS (Chemical Abstracts Service) RN** (регистрационные номера химических соединений). В этих базах данных по состоянию на 15.05.2012 года хранится более 64 миллионов химических соединений.

Но, естественно, при отмеченном чуть выше в этом тексте отсутствии возможности **синтеза** композиций атомарных веществ с желаемыми характеристиками и свойствами, отсутствует также и возможность прогнозирования эволюции химических процессов, отраженных в упомянутых электронных базах США.

Цель статьи заключается в выявлении сущности неполноты познания естественных законов, управляющих химическими реакциями между атомарными веществами таблицы Менделеева, и в генерировании предложений по устранению пагубного влияния на процесс познания этой неполноты.

Прежде всего, следует отметить подавляющее влияние на познание естественных законов, управляющих химическими реакциями в биохимии,

парадигм познания квантовой физики, зачастую имеющих гипотетическую сущность, не подтверждённую прямым натурным экспериментированием, пересыщенных (парадигм) парадоксами, неопределённостями, вымышленными координатными базами многомерных (больше 3 координат) пространств с мнимыми осями, с некорректными содержательными доказательствами теорем, не подтвержденными формальными доказательствами.

В результате естествоиспытатели в биохимии до сих пор **не обеспечены корректными и адекватными теориями физического вакуума в микро и макромире**, без которых любое теоретизирование, включая квантовое, о структуре атомарных веществ и о естественных законах, управляющих химическими реакциями, порождающими необходимые композиции атомарных веществ, оказываются беспочвенными.

Особенно беспомощной выглядит квантовая физика в сфере диалектических отношений между фундаментальными микрочастицами, называемыми: фермионами, частицами-переносчиками взаимодействий, глюонами, калибровочными бозонами, фотоном. Ведь о **природе** движущих сил в этих явлениях не говорится ни слова. Просто голословно утверждается наличие слабых и сильных ядерных сил, а также наличие сил электромагнитного и гравитационного взаимодействия.

А о наличии единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждой элементарной микрочастицы в этих явлениях, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными микрочастицами в этом явлении, даже не упоминается.

Не более рациональная картина наблюдается и в определении волновой сущности квантового поля, являющегося фундаментальной и универсальной формой материи во всей Вселенной в целом.

В квантовой физике нет ответа на вопрос, что представляет собой квантовое поле каждого из атомарных веществ таблицы Менделеева с точки зрения геометрических форм силовых линий этого поля и их параметров, и в каких логико-диалектических отношениях оно (поле) находится со структурными компонентами соответствующего атомарного вещества.

Более того, в квантовой физике даже перечень физических величин, функционально полно характеризующих квантовое поле и его волновую сущность, применительно к каждому конкретному веществу, определен бездоказательно, чисто гипотетическим путём.

В частности, волновая функция, предложенная Шредингером для формального описания квантового поля, вовсе не отражает функционально полный набор характеристик квантового поля, включая параметры волны этого поля (за исключением длины волны), а лишь используется (волновая функция) для вычисления вероятностного значения возможности пребывания одного электрона в подслое некоего типа (s, p, d, f) орбитали, размещающейся в некоем слое энергетического уровня (1, 2, ..., 7) исследуемого атома. Кстати, и тип подслоя и номер энергетического слоя в атоме домысливается исследователем на основе таблицы Менделеева и правил, приводимых ниже в этом тексте. Насколько корректны и адекватны вычисленные значения указанной вероятности, можно убедиться лишь путём постановки прямого натурального эксперимента. Но, как нетрудно догадаться, о таком эксперименте можно лишь помечтать.

Принятая в квантовой физике в качестве характеристики для атома в целом полная энергия всех электронов на всех орбиталях в этом атоме, кардинальным образом зависит от геометрии взаимного расположения в пространстве протонов и электронов этого атома. Но геометрия взаимного расположения протонов и электронов в атоме принципиально не может быть представлена, из-за их непрерывного относительного движения по неизвестным траекториям.

Поэтому в квантовой физике на первом этапе принят гипотетический алгоритм вычисления полной энергии для каждого электрона на основе четырех квантовых чисел, (прошу особого внимания читателя!) определённых для атома с одним электроном, но скорректированных под многоэлектронные атомы по очередному гипотетическому алгоритму.

На втором этапе полные энергии всех электронов атома объединяются в полную энергию атома, опять таки, по гипотетическому алгоритму.

Не слишком ли много гипотетических алгоритмов, корректность и адекватность которых проверить пока принципиально не возможно?

Так как упоминаемая вероятность вычисляется на основе полной энергии атома и снова по гипотетическому алгоритму, то оснований для несовпадения теоретических и

экспериментальных результатов при познании природных явлений более чем достаточно, в том числе и явлений, связанных с химическими реакциями.

Приведенные выше сущности неполноты познания естественных законов квантовой физики повлекли за собой неполноту познания и естественных законов управления химическими реакциями в квантовой биохимии.

В первую очередь это проявилось на химических связях, определяемых электронными конфигурациями в атомах. Проанализируем эти химические связи с точки зрения неполноты их познания.

Согласно современным научным представлениям свойства химических соединений определяются:

- природой и электронным строением атомов;
- типом атомных орбиталей и характером их взаимодействия;
- типом химических связей;
- химическим, электронным и пространственным строением молекул.

С конспективного изложения сущности перечисленных факторов и начнём упомянутый целевой анализ.

Обратим лишь внимание на некоторые особенности анализа.

Классическая механика, хорошо описывающая системы макроскопических масштабов, не способна описать физические явления на уровне молекул, атомов, электронов и фотонов.

Поэтому все варианты планетарных моделей атомов, известные в первой половине 20 века, утратили свою актуальность и были заменены квантовыми моделями атомов.

Квантовые модели атомов по-прежнему, имеют электронно-ядерную структуру, но без стационарных траекторий для вращающихся вокруг ядер электронов.

Вместо конкретных траекторий сегодня декларируются толстослойные, причудливой геометрической формы оболочки, идентифицируемые номерами энергетических уровней от 1 до 7, в свою очередь расслоённые определенными типами подслоёв (s,p,d,f)-геометрической формы с фиксированным количеством электронов в каждом подслое.

Квантовая механика адекватно описывает основные свойства и поведение атомов, ионов, молекул, конденсированных сред, и других систем с электронно-ядерным строением. Она же способна описывать поведение электронов, фотонов, а также других элементарных микрочастиц, однако более точное релятивистски инвариантное описание дуальных превращений элементарных частиц строится в рамках квантовой теории поля.

Основные уравнения квантовой динамики — уравнение Шрёдингера, уравнение фон Неймана, уравнение Линдблада, уравнение Гейзенберга и уравнение Паули.

Определяющими понятиями в квантовой механике являются понятия: наблюдаемой и состояния.

Напомним, какими физическими величинами характеризуются квантовые состояния атома. Благодаря малым размерам и большой массе, ядро атома можно приближенно считать точечным и покоящимся в центре масс атома. Сам же атом можно рассматривать, как систему электронов, движущихся вокруг неподвижного центра - ядра. Полная энергия такой системы E равна сумме кинетических энергий T всех электронов и потенциальной энергии U , которая, в свою очередь, состоит из энергии притяжения электронов ядром и энергии взаимного отталкивания электронов друг от друга. Атом подчиняется законам квантовой механики; его основная характеристика, как квантовой системы - полная энергия E , может принимать лишь одно из значений дискретного ряда $E_1 < E_2 < E_3 < \dots$; промежуточными значениями энергии этого ряда атом обладать не может. Каждому из "разрешенных" значений E соответствует одно или несколько стационарных (с не изменяющейся во времени энергией) состояний атома. Энергия E может изменяться только скачкообразно - путем квантового перехода атома из одного стационарного состояния в другое. Методами квантовой механики можно точно рассчитать E для одноэлектронных атомов - водорода и водородоподобных: $E = -hcRZ^2/n^2$, где h - постоянная Планка, c -

скорость света, целое число $n = 1, 2, 3, \dots$ определяет дискретные значения энергии и называется главным квантовым числом; R -постоянная Ридберга ($hcR = 13,6$ эВ).

В квантовой физике вводится комплекснозначная функция Ψ , описывающая чистое квантовое состояние объекта, которая называется волновой функцией.

Пусть волновая функция задана в n -мерном пространстве, тогда в каждой точке с координатами $\vec{r}(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, в определенный момент времени t она будет иметь вид $\Psi(\vec{r}, t)$. В таком случае уравнение Шрёдингера запишется в виде:

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\Psi(\vec{r}, t) + E_p(\vec{r}, t)\Psi(\vec{r}, t) = i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\Psi(\vec{r}, t), \quad (1)$$

где $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h — постоянная Планка; m — масса частицы, $E_p(\vec{r}, t)$ — внешняя по

отношению к частице потенциальная энергия в точке $\vec{r}(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ в момент времени t , Δ — оператор Лапласа (или лапласиан).

В трёхмерном случае пси-функция является функцией трёх координат и уравнение Шрёдингера примет вид:

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\left(\frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\Psi}{\partial z^2}\right) + E_p(x, y, z)\Psi = i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t},$$

где $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h — постоянная Планка; m — масса частицы, $E_p(x, y, z)$ —

потенциальная энергия в точке (x, y, z) .

Лишний раз обращаю внимание читателя на тот факт, что уравнение Шрёдингера адекватно для одноэлектронного атома. Это очень важно при определении квантового состояния многоэлектронных атомов, так как волновая механика, воплощением которой является уравнение Шрёдингера, с этой проблемой не справляется. Специально для многоэлектронных атомов создана матричная квантовая механика. В этой механике **квантовое состояние**, как любое возможное состояние, в котором может находиться квантовая система, может быть описано: **вектором состояния, или полным набором квантовых чисел для определённой системы**.

В многоэлектронных атомах квантовое состояние принципиально не может быть описано волновой функцией и должно быть описано матрицей плотности.

Квантовые состояния атомов химических веществ описываются вектором состояний, включающим четыре квантовых числа:

Три из них связаны с движением в пространстве и характеризуют вид волновой функции частицы. Это **радиальное** (главное) (n_r), **орбитальное** (l) и **магнитное** (m) квантовые числа электрона в атоме.

Главное (радиальное) квантовое число — целое число, обозначающее номер энергетического уровня. Характеризует энергию электронов, занимающих данный энергетический уровень. При увеличении главного квантового числа возрастают радиус орбиты и энергия электрона. Главное квантовое число равно номеру периода элемента. Наибольшее число электронов на энергетическом уровне с учётом спина электрона определяется по формуле $N = 2n^2$.

Орбитальное квантовое число — в квантовой физике квантовое число l , определяющее форму распределения амплитуды волновой функции электрона в атоме, то есть форму электронного облака. Определяет подуровень энергетического уровня, задаваемого главным (радиальным) квантовым числом n и может принимать значения

$$l = 0; 1; 2; \dots; n - 1$$

Магнитное квантовое число (m) характеризует ориентацию в пространстве орбитального момента количества движения электрона или пространственное расположение орбитали в атоме. Каждое из $2l+1$ возможных значений магнитного квантового числа определяет проекцию вектора орбитального момента на данное направление (обычно ось z). Проекция орбитального момента импульса на ось z равна $L_z = m\hbar$. Поскольку с орбитальным моментом связан магнитный момент, магнитное квантовое число, в частности, определяет проекцию орбитального магнитного момента водородоподобного атома на направление магнитного поля и служит причиной расщепления спектральных линий атома в магнитном поле (см. Эффект Зеемана).

Четвертое спиновое квантовое число никак не связано с перемещением в пространстве, а отражает «внутреннее» состояние частицы. Таким квантовым числом является спин электрона и его проекция. Спиновое квантовое число s может принимать лишь два возможных значения $+1/2$ и $-1/2$. Они соответствуют двум возможным и противоположным друг другу направлениям собственного магнитного момента электрона, называемого *спином* (от англ. *веретено*). Для обозначения электронов с различными спинами используются символы: \uparrow и \downarrow .

Нельзя не обратить внимание читателя на тот факт, что матричная квантовая механика работает исключительно с гипотетическими алгоритмами вычисления тех или иных значений физических величин, характеризующих состояния квантовых наблюдаемых систем. Как нетрудно догадаться, такая концепция теоретизирования влечет за собой роковые последствия познания в биологической химии.

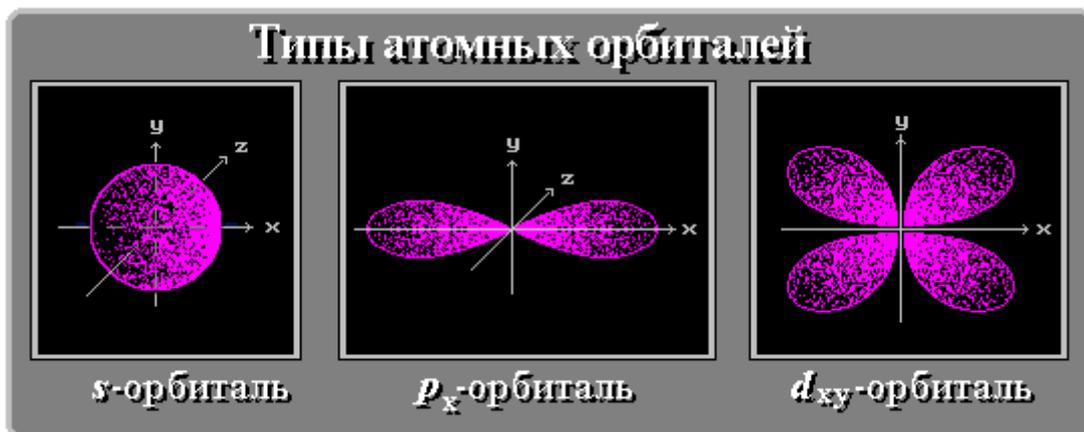
Теперь о компонентах электронно-ядерной структуры атомов, очень важные и известные характеристики которых еще не приводились в контексте статьи.

О структуре квантовой модели атома уже говорилось на страницах №4, 5 этой статьи. Конкретизируем описания компонентов квантовой модели.

Атомные орбитали

Атомная орбиталь (АО) — область наиболее вероятного пребывания электрона (электронное облако) в электрическом поле ядра атома.

Положение элемента в Периодической системе определяет тип орбиталей его атомов (s -, p -, d -, f -АО), различающихся энергией, формой, размерами и пространственной направленностью.



Для элементов 1-го периода (H, He) характерна одна АО - $1s$.

В элементах 2-го периода электроны занимают пять АО на двух энергетических уровнях: первый уровень $1s$; второй уровень — $2s$, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$. (цифры обозначают номер энергетического уровня, буквы – форму орбитали).

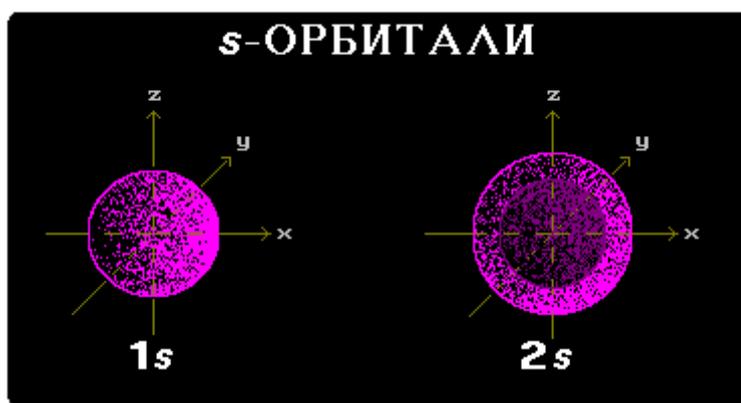
Состояние электрона в атоме полностью описывают квантовые числа.

Форма и энергия атомных орбиталей

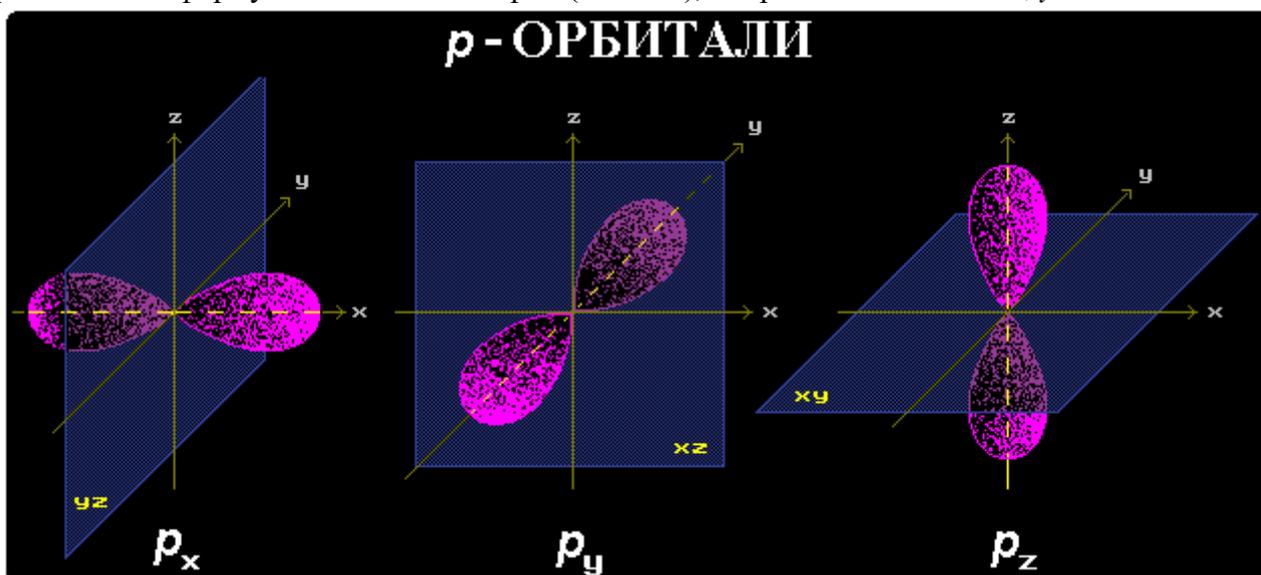
Атомные орбитали (АО) разных типов отличаются друг от друга формой и энергией и обозначаются символами: s , p , d , f .

Органические вещества состоят в основном из элементов 2-го и 3-го периодов, валентные электроны которых находятся на s - и p -АО.

Атомные орбитали s -типа имеют форму сферы:



p -АО имеют форму объемной восьмерки (гантели), направленной по оси x , y или z .



Энергия орбитали возрастает по мере удаления электрона от ядра атома (т.е. с увеличением номера электронного уровня).

Так, энергия s -АО увеличивается в ряду: $1s < 2s < 3s$ и т.д. Аналогично изменяется энергия p -АО: $2p < 3p < 4p$ и т.д.

Внутри одного энергетического уровня энергия АО возрастает от s -АО к p -АО: $2s < 2p$; $3s < 3p$.

Правила заполнения атомных орбиталей электронами

1. Сначала выясняем, сколько всего электронов содержит атом интересующего нас элемента. Для этого достаточно знать заряд его ядра, который всегда равен порядковому номеру элемента в Периодической таблице элементов. Порядковый номер (число протонов в ядре) в точности равен и числу электронов во всем атоме
2. Затем выясняем в каком периоде находится элемент – это определит количество уровней и орбиталей. Необходимо схематично нарисовать электронную оболочку, с необходимым количеством уровней и орбиталей, проставив нумерацию и наименование орбитали (s,p,d или f)
3. Электроны стремятся прежде всего занять ближние к ядру орбитали с наименьшей энергией, т.е. заполнение орбиталей необходимо начинать с самого ближайшего к ядру уровня.
4. Принцип Паули: в системе (атоме) не может быть двух электронов, характеризующихся одним и тем же набором четырех квантовых чисел, т.е. на одной орбитали могут находиться только два электрона (они отличаются по спину). Это значит, что заполняя орбитали «стрелочками» они должны быть направлены в разные стороны
5. Правило Хунда: каждая система стремится иметь максимальный спин (максимальное число неспаренных электронов)
6. I правило Клечковского: последовательное заполнение электронных орбиталей идет от $(n+l)$ минимального к $(n+l)$ максимальному.

Пример 1. Какая орбиталь будет заполняться раньше: 4s или 3d?

4s: $n=4, l=0, n+l=4$ Так как $n+l=4 > n+l=5$,
то 4s-орбиталь заполняется раньше, чем 3d

3d: $n=3, l=2, n+l=5$

7. II правило Клечковского: если $(n+l)$ одинаково, то сначала заполняются те орбитали, у которых n меньше

Пример 2. Какая орбиталь будет заполняться раньше: 3d или 4p?

3d: $n=3, l=2, n+l=5$ Так как $(n+l)$ одинакова ($5=5$), то раньше заполняется

3d-орбиталь, так как у нее главное квантовое число меньше (3), чем у 4p-орбитали (4)

4p: $n=4, l=1, n+l=5$

8. Чтобы не считать последовательность заполнения орбиталей можно воспользоваться следующим рядом:

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p, 6f, 7d, 7f,

Записываем электронную формулу элемента, исходя из графической:

Разрешенные и неразрешенные электронные конфигурации

Разрешенная конфигурация	Неразрешенные конфигурации
Принцип Паули	
Правило Хунда (на примере атома углерода)	

Электронные конфигурации

Пример

Рассмотрим заполнение орбиталей на примере кальция. Идем пошагово, как указано в правилах. Шаги пронумерованы:

1. Кальций – 20-й элемент в периодической системе элементов, значит у него 20 протонов в ядре и 20 электронов на электронной оболочке;
2. Кальций находится в 4 периоде, значит у него 4 уровня. Рисуем электронную оболочку, с необходимым количеством уровней и орбиталей:
3. Заполняем орбитали электронами (стрелочками), начиная с самого первого уровня (1s), двигаясь в направлении самого последнего для этого атома (4f). Согласно пункту 4 (в правилах) спин электрона (стрелочки) должны быть направлены в противоположные друг от друга стороны. Не забываем порядок заполнения орбиталей: сначала заполнится 4s орбиталь и только потом 3d.

20 Ca Кальций : [Ar] 4s²

1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s²

2 8 8 2

Теперь осталось только записать электронную формулу кальция. Это будет:

1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s²

4. Чтобы рассмотреть пункты 4 и 5 (правил) посмотрим на атом азота. Азот 7 элемент в периодической системе, и находится во втором периоде. Азот имеет электронную конфигурацию **1s² 2s² 2p³**. Три электрона, находящиеся на 2p-подоболочке, должны располагаться поодиночке на каждой из трех 2p-орбиталей. При этом все три электрона должны иметь параллельные спины

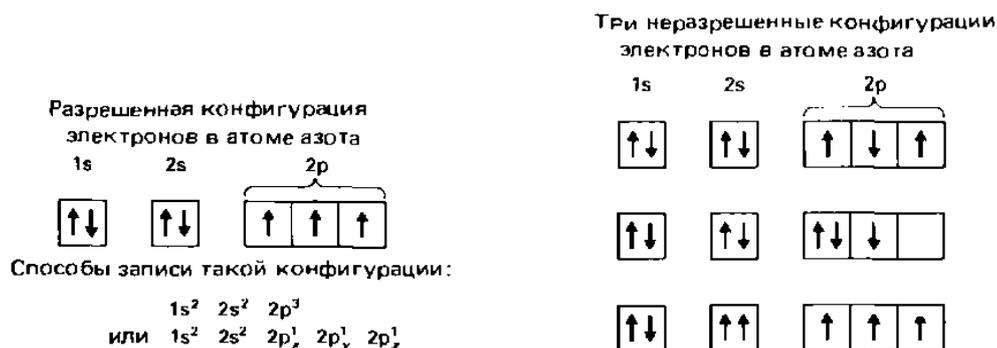
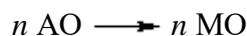


Рис. 1.22. Электронная конфигурация основного состояния атома азота.

В химических превращениях (реакциях) принимают участие исключительно электроны внешнего электронного уровня – валентные электроны.

Как взаимодействуют атомные орбитали при образовании молекул?

- I. При взаимодействии (перекрывании) атомных орбиталей, принадлежащих ДВУМ (или более) атомам, образуются **молекулярные орбитали (МО)**. Причем их число равно числу исходных АО:



Молекулярные орбитали заселяются обобщественными электронами и таким образом осуществляют ковалентную связь.

- II. Образованию молекулярных орбиталей может предшествовать взаимодействие атомных орбиталей **ОДНОГО** атома, приводящее к **гибридизации** (смешению) этих орбиталей и возникновению гибридных АО. Гибридные орбитали в свою очередь могут участвовать в образовании молекулярных орбиталей, перекрываясь с атомными орбиталями других атомов.

Гибридизация атомных орбиталей возможна лишь для атомов, образующих химические связи, но не для свободных атомов!

Молекулярные орбитали

Взаимодействие (перекрывание) АО двух (или более) атомов приводит к образованию молекулярных орбиталей (МО), которые заселяются обобщественными электронами, связывающими ядра атомов в молекуле.

- ***Молекулярная орбиталь – область наиболее вероятного пребывания электрона в электрическом поле двух (или более) ядер атомов, составляющих молекулу.***

МО подразделяются по двум признакам:

- относительно уровня энергии и степени связывания атомов (связывающие МО, разрыхляющие МО, несвязывающие МО);
- по типу (геометрии) перекрывания исходных АО (σ -МО и π -МО).

Заселение МО электронами происходит по тем же правилам, что и атомных орбиталей.

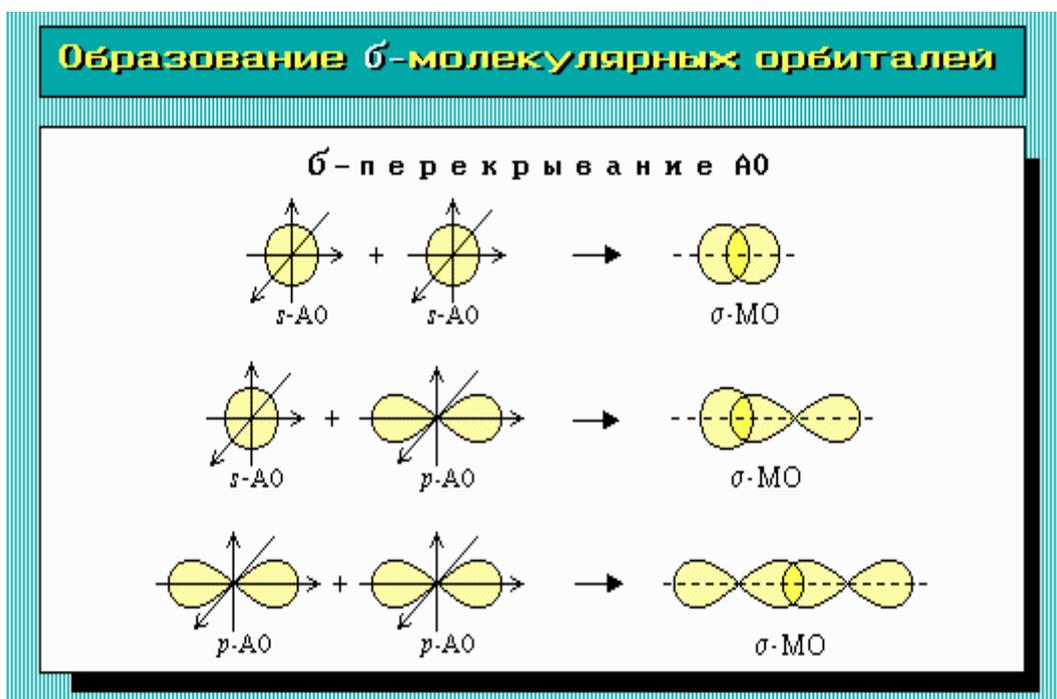
Форма молекулярных орбиталей. σ - и π -МО

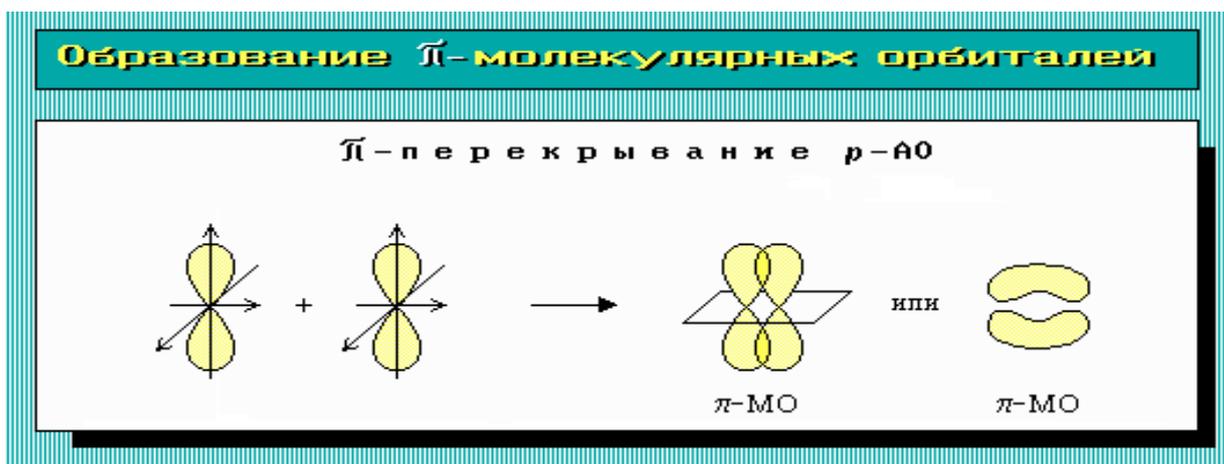
Форма молекулярных орбиталей определяется геометрией перекрывания атомных орбиталей.

Возможны два типа перекрывания атомных орбиталей:

- *осевое* или σ - (сигма) перекрывание;
- *боковое* или π - (пи) перекрывание.

По *типу перекрывания* исходных АО образующиеся молекулярные орбитали относят к σ -МО или π -МО.





σ -МО образуются при осевом перекрывании s -, p - и гибридных АО, которое происходит вдоль оси, соединяющей ядра атомов.

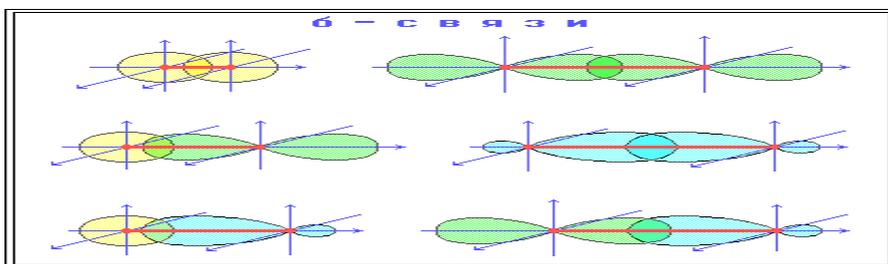
π -МО возникают при боковом перекрывании лепестков p -орбиталей, ориентированных параллельно друг к другу. Таким образом, π -перекрывание происходит вне линии, соединяющей ядра атомов. Оно не характерно для s - и гибридных АО.

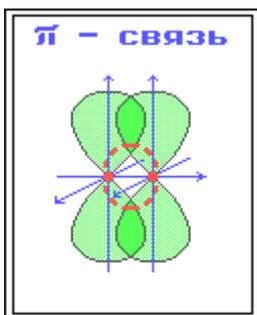
Молекулярные орбитали σ - и π -типа могут быть связывающими, разрыхляющими и несвязывающими.

σ -, π -Связи

При образовании ковалентной связи в молекулах органических соединений общая электронная пара заселяет связывающие молекулярные орбитали, имеющие более низкую энергию. В зависимости от формы МО – σ -МО или π -МО – образующиеся связи относят к σ - или p -типу.

- σ -Связь – ковалентная связь, образованная при перекрывании s -, p - и гибридных АО *вдоль оси*, соединяющей ядра связываемых атомов (т.е. при *осевом* перекрывании АО).
- π -Связь – ковалентная связь, возникающая при *боковом* перекрывании негибридных p -АО. Такое перекрывание происходит вне прямой, соединяющей ядра атомов.





π -Связи возникают между атомами, уже соединенными σ -связью (при этом образуются двойные и тройные ковалентные связи). π -Связь слабее σ -связи из-за менее полного перекрывания p -АО.

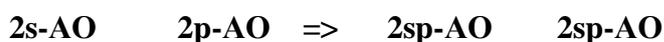
Различное строение σ - и π -молекулярных орбиталей определяет **характерные особенности σ - и π -связей**.

1. σ -Связь прочнее π -связи. Это обусловлено более эффективным осевым перекрыванием АО при образовании σ -МО и нахождением σ -электронов между ядрами.
2. По σ -связям возможно *внутримолекулярное вращение* атомов, т.к. форма σ -МО допускает такое вращение без разрыва связи ([аним.](#), ~33 Кб). Вращение по двойной ($\sigma + \pi$) связи невозможно без разрыва π -связи!
3. Электроны на π -МО, находясь вне межъядерного пространства, обладают большей подвижностью по сравнению с σ -электронами. Поэтому поляризуемость π -связи значительно выше, чем σ -связи.

Гибридизация атомных орбиталей

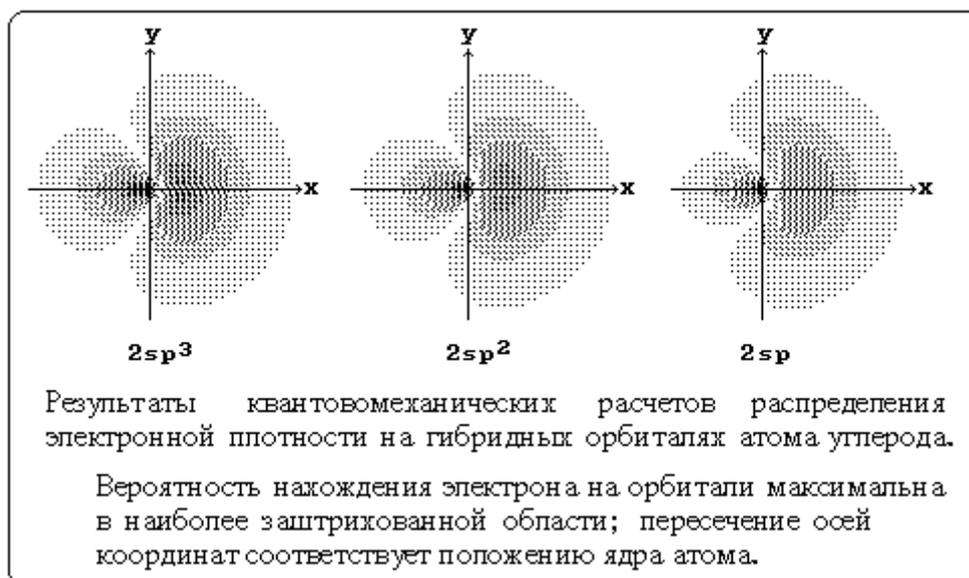
Гибридизация АО – это взаимодействие (смещение) разных по типу, но близких по энергии атомных орбиталей данного атома с образованием гибридных орбиталей одинаковой формы и энергии.

Например, смешение $2s$ -АО с $2p$ -АО дает две гибридные $2sp$ -АО:

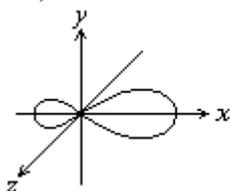


АО с большой разницей в энергии (например, $1s$ и $2p$) в гибридизацию не вступают. В зависимости от числа участвующих в гибридизации p -АО возможны следующие виды гибридизации:

- для атомов углерода и азота – sp^3 , sp^2 и sp ;
- для атома кислорода – sp^3 , sp^2 ;
- для галогенов – sp^3 .



Гибридная АО асимметрична и сильно вытянута в одну сторону от ядра (форма неправильной восьмерки).



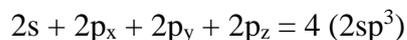
Схематическое изображение гибридной АО, образованной смещением s - и p -орбиталей.

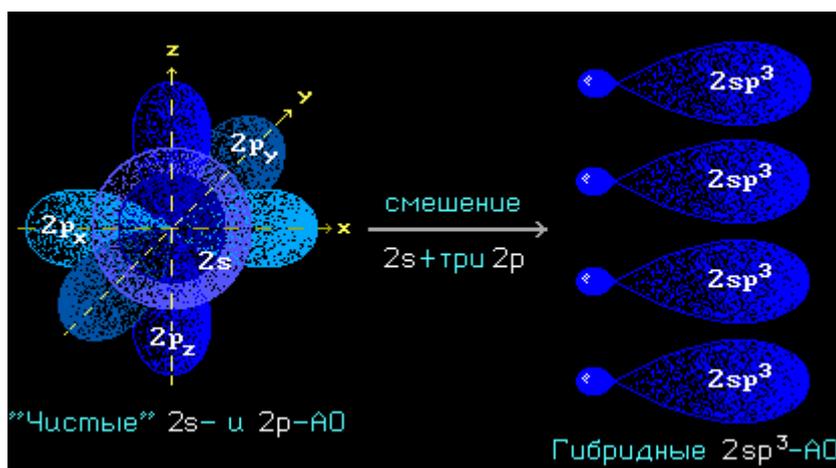
В отличие от негибридных s - или p -АО, она имеет одну большую долю, которая хорошо образует химическую связь, и малую долю, которую обычно даже не изображают. Гибридные АО при взаимодействии с орбиталями различных типов (s -, p - или гибридными АО) других атомов обычно дают σ -МО, т.е. образуют σ -связи. Такая связь прочнее связи, образованной электронами негибридных АО, за счет более эффективного перекрывания.

sp^3 -Гибридизация (тетраэдрическая)

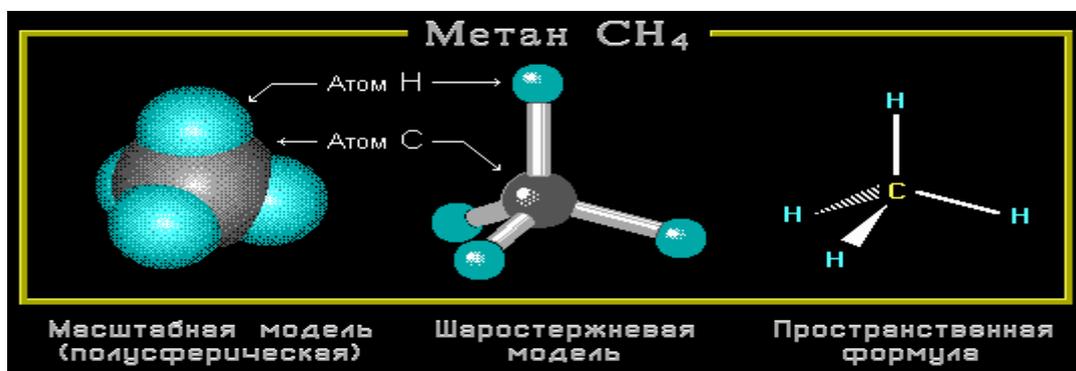
Одна s - и три p -орбитали смешиваются, и образуются *четыре* равноценные по форме и энергии sp^3 -гибридные орбитали.

Для атома углерода и других элементов 2-го периода этот процесс происходит по схеме:





На примере молекулы *метана* показаны объемные модели и пространственная (стереохимическая) формула молекулы с sp^3 -углеродным атомом:



Правило октета (октетная теория)

Предложено Г. Н. Льюисом для объяснения причин образования ковалентных химических связей. Согласно этому правилу при образовании молекул атомы удовлетворяют свою потребность в достижении 8 электронной валентной оболочки, подобной электронной конфигурации благородных газов за счет попарного обобществления своих валентных электронов. По своей важности это фундаментальное открытие Льюиса стоит в одном ряду с такими открытиями, как Периодический закон элементов и теория строения органических соединений.

Для изображения химических связей используются октетные формулы Льюиса, когда электроны изображаются точками:



Символ точки (.) обозначает единицу валентности атома.

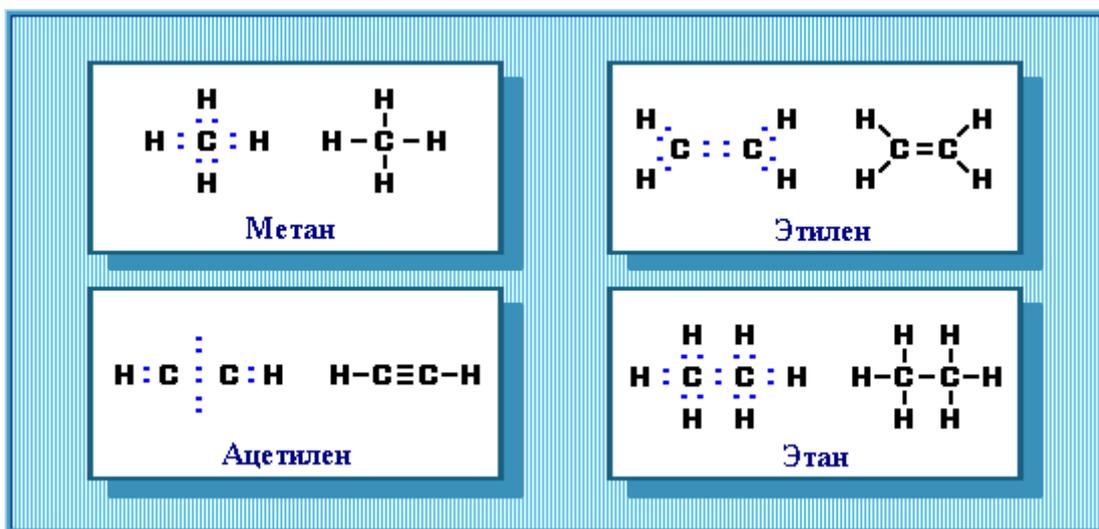
2.2.7. Электронные формулы молекул

Для изображения электронного строения молекул, ионов или радикалов используются электронные формулы (структуры Льюиса, октетные формулы). При написании

электронной формулы должно выполняться *правило октета*, согласно которому атом, участвуя в образовании химической связи (отдавая или принимая электроны), стремится приобрести электронную конфигурацию инертного газа - октет (восемь) валентных электронов. Исключение составляет атом водорода, для которого устойчивой является конфигурация гелия, т.е. 2 валентных электрона.



Примеры электронных формул:



Элементы 3-го и последующих периодов, имеющие на внешнем валентном уровне относительно низкие по энергии 3d-орбитали, могут за счет участия этих орбиталей образовывать более 4-х ковалентных связей. В этом случае правило октета теряет свою силу, например, в соединениях фосфора и серы: $(C_2H_5)_3P=O$, CH_3-SO_3H .

Электронные формулы молекул (а также ионов и свободных радикалов) нашли широкое применение в органической химии. Однако они не отражают пространственного строения молекул. Поэтому в тех случаях, когда необходимо иметь представление не только о распределении электронов, но и о пространственном строении органических

соединений, используются *атомно-орбитальные модели*, которые служат основой для построения стереохимических (пространственных) формул молекул.

При поверхностном взгляде на проанализированные теории о химических связях, определяемых электронными конфигурациями в атомах и молекулах, кажется, что всё очень чётко и строго в этих теориях. Но в этих теориях **нет ответа** на самый главный вопрос: почему так, а не иначе, функционируют рассмотренные явления, и почему возникают спонтанные гибридизации орбиталей в процессе химических реакций? Любые спонтанные явления исключают возможность программируемого управления этими явлениями.

И не следует забывать, что все силовые взаимодействия в атомах и молекулах имеют природу гипотетических знаний, не проверенных прямым натурным экспериментом.

Наконец, пропущены через фильтр парадигмы логико-диалектического моделирования, рекомендуемой автором в качестве стандарта для реализации рационального и эффективного процесса познания природных явлений, **все энциклопедические знания**, относящиеся к области познания естественных законов, управляющих химическими реакциями между атомарными веществами таблицы Менделеева.

Выявлен огромный перечень неполноты познания естественных законов не только в биохимии, но и в квантовой физике. Законов, которые **служат научным фундаментом биохимии**. Повторять этот перечень бессмысленно, так как в каждом конкретном случае неполноты в том же контексте обращается внимание читателя на возможные последствия этой неполноты. Общий вывод таков:

- Неполнота познания исследуемых законов непременно присутствует там, где на 100% не проявлены логические и диалектические законы жизнедеятельности исследуемых природных явлений. Можно сказать, что на 50% не проявлены логические отношения между физическими переменными состояний, функционально полно, характеризующими жизнедеятельность этих явлений, и на 95% не проявлены диалектические отношения между теми же переменными состояний, если речь идет о естественных законах управления реакциями в биохимии.
- При выявленном уровне неполноты познания естественных законов управления реакциями в биохимии, для теоретического синтеза необходимых композиций атомарных веществ путь закрыт навсегда.
- В выявленных условиях прогрессивная эволюция биохимии возможна лишь путём прямого натурального экспериментирования на основе **CAS (Chemical Abstracts Service) RN** (регистрационные номера химических соединений) США.

Заключение

Пока для познания естественных законов управления химическими реакциями в биологии не будет использоваться Единая парадигма логико-диалектического моделирования этого процесса и соответствующая микроскопическая киносъёмочная аппаратура, не разрушающая биологическую среду, и имеющая разрешающие способности:

- по быстродействию – кадр в одну фемтосекунду,
- по различению расстояний между геометрическими формами – один пикометр,

темпы прогрессивной эволюции биологии останутся на уровне темпов двадцатого века, а бессмысленность гипотетического теоретизирования проявится на 100%. Придется вернуться к чистому прямому натурному экспериментированию на основе CAS RN США. Естественно, такой аппаратуры сегодня не существует, но без неё любое теоретизирование будет носить чисто гипотетический характер, и лишь пополнит кладбище бредовых идей.

Пора, наконец, человечеству увидеть своими глазами все структурные компоненты атома и их движения.

Спасение теоретической биохимии – в прорыве качества микроскопической киноаппаратуры.

Литература

1. Кондратенко В.А. **Квантовая физика** без геометризации физических моделей мироздания, априори свободных от гипотетических и некорректных формализмов. – К.: Альфа Реклама. 2011. – 108 стр.
2. Г.И. Дерябина, Г.В. Кантария. **Органическая химия**. Интерактивный мультимедиа учебник. – Самара. : ССУ. 2012. - 200 стр.
3. **Химическая энциклопедия** в 5 томах Год выпуска: 1988. Издательство: Советская Энциклопедия.
4. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке. В 3 томах. М.: Мир, 1980 -85г.г..
5. Ленинджер А. Основы биохимии. Том 1-3. М.: Мир, 1985г.

Кондратенко В.А.

Логико-диалектическое моделирование металлических, водородных и нековалентных химических связей в молекулярной биологии

При написании статьи авторы руководствовались основополагающими целями и задачами молекулярной биологии, сущность которых заключается в познании **природы** явлений жизнедеятельности путём изучения биологических объектов и систем на молекулярном уровне. Понятие "природа явлений" предусматривает ответ на вопросы:

Во-первых, каким образом, и в какой мере характерные проявления жизни, такие, как:

- наследственность,
- воспроизведение себе подобного,
- биосинтез белков,
- возбудимость,
- рост и развитие,
- хранение и передача информации,
- превращения энергии,
- подвижность и т. д.,

предопределяются структурой, свойствами и взаимодействием молекул биологически важных веществ, в первую очередь двух главных классов высокомолекулярных биополимеров — белков и нуклеиновых кислот?

Во-вторых, как реализация конкретных биологических функций интерпретируется в понятиях о компонентах и их функциях на уровне молекулярной структуры белков и нуклеиновых кислот?

В-третьих, как отношения биологических функций транслируются в отношения функций компонентов молекулярных структур белков и нуклеиновых кислот?

В-четвертых, в чем заключается природа движущих сил динамических явлений в биологии и как эта природа транслируется на уровень молекулярной структуры белков и нуклеиновых кислот?

Очевидно, что при молекулярном подходе к познанию биологических систем, основное внимание должно быть уделено не главновалентным (пептидным и дисульфидным) связям, действующим в пределах одной молекулы, а разнообразным типам связей, обуславливающих межмолекулярные взаимодействия:

Водородная связь	<u>Диводородная связь</u> • <u>Диводородный комплекс</u> <u>Низкобарьерная водородная связь</u> • <u>Симметричная водородная связь</u>
Нековалентная связь	<u>Силы Ван-дер-Ваальса</u> • <u>Дисперсионные силы</u> • <u>Механическая связь</u> • <u>Галогенная связь</u> • <u>Aurophilicity</u> • <u>Интеркаляция</u> • <u>Стэкинг</u> • <u>Энтропическая сила</u> • <u>Химическая полярность</u>

При водородных и нековалентных связях решающую роль приобретают взаимное расположение атомов и их группировок в общей структуре макромолекулы, их пространственные взаимоотношения. Это касается как отдельных, индивидуальных, компонентов, так и общей конфигурации молекулы в целом. Например, разительно отличающиеся конфигурации макромолекул, начиная с первичной и заканчивая четвертичной структурой белков. Напоминаем, что:

Первичная структура белка – последовательность чередования аминокислотных остатков (все связи ковалентные, прочные).

Вторичная структура – форма полипептидной цепи в пространстве. Белковая цепь закручена в спираль (за счет множества водородных связей) с одинаковым расстоянием между витками. Водородные связи удерживают молекулу в таком состоянии. Они слабые, но их много, за счет этого обеспечивается стабильность вторичной структуры.

Третичная структура – реальная трехмерная конфигурация, которую принимает в пространстве закрученная спираль (за счет гидрофобных связей), у некоторых белков – S-S-связи (бисульфидные связи).

Третичная структура – клубок из полипептидной спирали.

Представить конфигурацию легко, труднее понять, какие силы ее поддерживают. Водородные связи, дисульфидные мостики –S-S-, сложноэфирная связь между радикалами. Полярные группы COOH и OH взаимодействуют с водой, а неполярные радикалы отталкивают ее, они направлены внутрь глобул. Радикалы взаимодействуют между собой благодаря силам Ван-дер-Ваальса.

Четвертичная структура – соединенные друг с другом макромолекулы белков образуют комплекс. Четвертичная структура – структура из нескольких полипептидных цепей. Начиная со вторичной структуры, пространственное строение (конфигурация) макромолекул белка поддерживается в основном слабыми химическими связями. Под влиянием внешних факторов (изменение температуры, солевого состава среды, pH и т.д.) слабые связи, стабилизирующие макромолекулу, рвутся и структура белка, а следовательно его свойства, изменяются.

Именно в результате возникновения строго детерминированной объемной структуры, молекулы биополимеров приобретают те свойства, в силу которых они оказываются способными служить материальной основой биологических функций. Такой принцип подхода к изучению всего живого составляет наиболее характерную, типическую черту молекулярной биологии.

Несмотря на то, что главновалентные химические связи достаточно обстоятельно проанализированы (с точки зрения целей и задач настоящей публикации) авторами в [Л3], всё равно, здесь нельзя не рассмотреть **металлические** химические связи (с отмеченной только что точки зрения), так как живая Природа без металлических химических соединений в процессе естественного синтеза белков и нуклеиновых кислот по определению обойтись не может (например, без класса металл-углеродных соединений). Но они (**металлические** химические связи) отнесены современной классификацией к внутримолекулярным взаимодействиям.

Классификатор химических связей в биохимии

Химическая связь

<u>Внутримолекулярное взаимодействие</u>	<u>Ковалентная связь</u>	<u>σ-связь</u> • <u>π-связь</u> • <u>δ-связь</u> <u>Двойная связь</u> • <u>Тройная связь</u> • <u>Четвертная связь</u> <u>•Пятерная связь</u> • <u>Шестерная связь</u> <u>3c-2e</u> • <u>3c-4e</u> • <u>4c-2e</u> <u>Agostic связь</u> • <u>Vent связь</u> • <u>Донорно-акцепторная связь</u> • <u>Взаимо-обратная связь</u> <u>Конъюгация</u> • <u>Гиперконъюгация</u> • <u>Ароматичность</u> <u>•Hapticity</u> • <u>Антисвязывание</u>
	<u>Ионная связь</u>	<u>π-Катионное взаимодействие</u> • <u>Солевой мостик</u>
	<u>Металлическая связь</u>	<u>Металлическая ароматичность</u>
<u>Межмолекулярное взаимодействие</u>	<u>Водородная связь</u>	<u>Диводородная связь</u> • <u>Диводородный комплекс</u> <u>•Низкобарьерная водородная связь</u> <u>•Симметричная водородная связь</u>
	<u>Нековалентная связь</u>	<u>Силы Ван-дер-Ваальса</u> • <u>Дисперсионные силы</u> <u>•Механическая связь</u> • <u>Галогенная связь</u> <u>•Aurophilicity</u> • <u>Интеркаляция</u> • <u>Стэкинг</u> <u>•Энтропическая сила</u> • <u>Химическая полярность</u>

Архитектура металлических связей абсолютно оригинальна и кардинально отличается от главновалентных связей в макромолекулах органических соединений.

Декларируемой в молекулярной биологии концепции познания в наибольшей степени соответствует методология **логики-диалектического моделирования** (ЛДМ) процесса функционирования любого явления в живой Природе.

Под **логики-диалектической моделью** (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно–следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями, выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);
- логические отношения между переменными состояниями в конкретном явлении отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:
 - природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛДМ в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;
 - природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;
 - природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;
 - природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;
 - природу** движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости;
 - диалектические** отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Цель статьи заключается в выявлении сущности неполноты познания естественных законов, управляющих химическими реакциями между компонентами молекулярных структур белков и нуклеиновых кислот, и в генерировании предложений по устранению пагубного влияния этой неполноты на процесс познания.

Далее в статье ограничимся анализом **металлических, водородных и нековалентных** химических связей с точки зрения неполноты их познания, так как, с одной стороны, согласно современным научным представлениям свойства химических соединений определяются:

1. природой и электронным строением атомов;
2. типом атомных орбиталей и характером их взаимодействия;
3. типом химических связей;
4. химическим, электронным и пространственным строением молекул;

с другой стороны – факторы №1 и №2 проанализированы авторами в [ЛЗ], с третьей стороны – фактор №4 намечается к анализу в отдельной публикации.

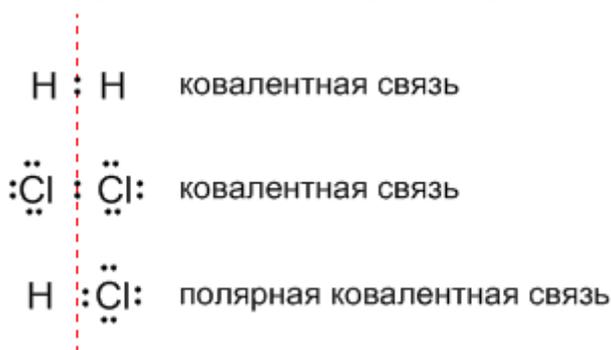
С конспективного изложения сущности фактора №3 и начнём упомянутый целевой анализ. В частности, анализ рассматриваемых в этой статье химических связей не возможен без владения сущностью понятия «электроотрицательность атомов».

Электроотрицательность атомов и обусловленная ею модификация ковалентных химических связей

Только о небольшой части всех химических связей можно сказать, что они являются чисто ковалентными. В таких соединениях поделенная пара электронов всегда находится на одинаковом расстоянии от ядер обоих атомов. Это возможно тогда, когда между собой связаны *одинаковые* атомы. Например, чисто *ковалентными* являются двухатомные молекулы водорода, кислорода, хлора, азота:

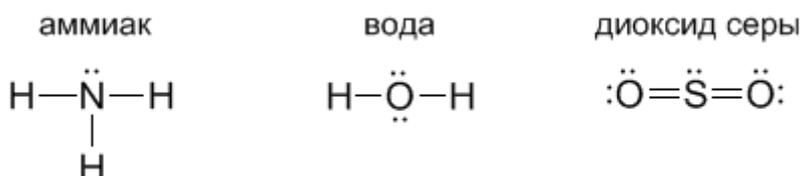


Когда между собой связываются разные атомы, поделенная пара химической связи всегда *смещена* к одному из атомов. К какому? Разумеется, к тому атому, который проявляет более сильные *акцепторные* свойства. Допустим, при образовании двухатомной молекулы **АБ** электроны связи смещаются в сторону атома **Б**. В этом случае атом **Б** считается более *электроотрицательным*, чем атом **А**. С помощью формул Льюиса можно изобразить смещение пары электронов следующим образом:



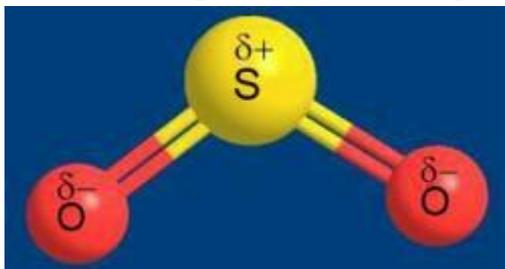
Под электроотрицательностью (ЭО) понимают относительную способность атомов притягивать электроны при связывании с другими атомами. Электроотрицательность характеризует способность атома к поляризации химических связей.

Молекулы многих соединений состоят из атомов разного вида и поэтому содержат *полярные ковалентные связи*. Например, полярные ковалентные связи присутствуют в соединениях:



Для примера рассмотрим диоксид серы SO_2 . Кислород и сера имеют похожие валентные оболочки ($\dots 2s^2 2p^4$) и ($\dots 3s^2 3p^4$), но внешние электроны серы находятся дальше

от ядра и притягиваются к ядру слабее, чем у кислорода. Из-за этого поделенные электронные пары в молекуле SO_2 смещены вдоль химических связей в сторону атомов кислорода, которые приобретают частичный отрицательный заряд. Такой частичный заряд обозначают греческой буквой "дельта". Атом серы приобретает частичный положительный заряд, а атомы кислорода – частичный отрицательный заряд.



Электроотрицательность зависит не только от расстояния между ядром и валентными электронами, но и от того, насколько валентная оболочка близка к завершенной. Атом с 7 электронами на внешней оболочке будет проявлять гораздо большую электроотрицательность, чем атом с 1 электроном. Фтор является "чемпионом" электроотрицательности по двум причинам. Во-первых, он имеет на валентной оболочке 7 электронов (до октета недостает всего 1-го электрона) и, во-вторых, эта валентная оболочка ($\dots 2s^2 2p^5$) расположена близко к ядру. Например, в соединении NaF поделенная электронная пара оттянута к атому фтора так сильно, что можно, почти не погрешив против истины, приписать фтору целый отрицательный, а натрию – целый положительный заряд:



Такую связь уже лучше назвать **ионной**. Впрочем, запись формулы в ионном виде является условной. Она лишь означает, что поляризация ковалентной связи велика. Запись структуры с помощью формулы $\text{Na}-\text{F}$ тоже правильна, потому что поляризация связи может быть близка к 100%, но никогда не достигает этой величины. Например, в NaF поляризация связи составляет около 80%. Таким образом:

Ионную связь можно рассматривать как предельный случай полярной ковалентной связи.

Внешне соединения с ионными и ковалентными связями могут довольно сильно отличаться друг от друга. Ионные соединения – обычно твердые и хрупкие вещества, плавящиеся при высоких температурах. Растворы ионных соединений проводят электрический ток, потому что при растворении они распадаются на заряженные ионы. Типичное ионное соединение – поваренная соль NaCl .

Соединения с ковалентными и полярными ковалентными связями в обычных условиях часто являются газами или жидкостями. Если это твердые вещества, то плавятся они достаточно легко, хотя есть и исключения. Растворы таких веществ далеко не всегда проводят электрический ток, потому что при растворении они могут и не распасться на ионы. Типичные соединения с полярными ковалентными связями: хлороводород HCl , углекислый газ CO_2 , вода H_2O , песок SiO_2 , многочисленные органические соединения.

На примере родственных соединений HCl и NaCl можно видеть, как увеличение полярности связи может в итоге приводить к качественным изменениям в свойствах веществ при одинаковых условиях (рис. 3-4).

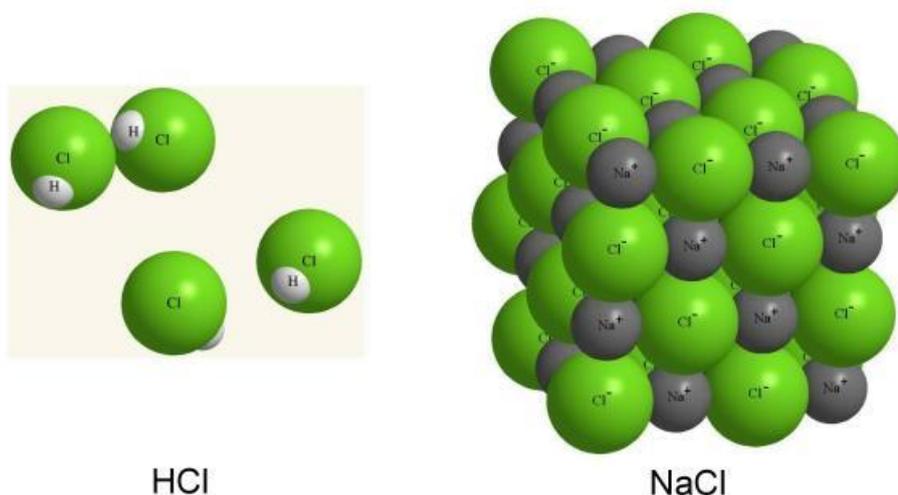


Рис. 3-4. Хлороводород HCl (содержит полярную ковалентную связь) при комнатной температуре – газообразное вещество. В этих же условиях поваренная соль NaCl (ионная связь между атомами) – твердое кристаллическое вещество.

Иногда встречается утверждение, что ионная связь – это химическая связь, возникающая в результате кулоновского притяжения противоположно заряженных ионов. Действительно, электростатическое притяжение противоположных зарядов в ионных соединениях вносит заметный вклад в энергию связи. Но в то же время ковалентная составляющая химической связи никогда не выключается полностью даже в наиболее ионных соединениях. Таким образом, граница между полярными ковалентными и ионными соединениями достаточно условна. Например, чистая вода (полярное ковалентное соединение) все-таки обладает электропроводностью (правда, очень низкой), а если поваренную соль (ионное соединение) расплавить и нагреть до кипения в вакууме, то в парах будут присутствовать молекулы Na–Cl, а не отдельные ионы Na⁺ и Cl⁻.

Можно ли измерить степень полярности ковалентной связи? Где кончается полярная ковалентная связь и начинается ионная?

Электроотрицательность можно выразить количественно и выстроить элементы в ряд по ее возрастанию. Наиболее часто используют шкалу электроотрицательностей, предложенную американским химиком Л. Полингом. Электроотрицательность (X) измеряется в относительных величинах (таблица 3-3).

Таблица 3-3. Электроотрицательности (X) некоторых элементов. Данные из справочника: CRS Handbook of Chemistry and Physics (издание 2007 года).

Элемент	X	Элемент	X
Cs	0,79	H	2,20
K	0,82	C	2,55
Na	0,93	S	2,58
Li	0,98	I	2,66
Ca	1,00	Br	2,96
Mg	1,31	N	3,04
Be	1,57	Cl	3,16
Si	1,90	O	3,44
B	2,04	F	3,98
P	2,19		

Электроотрицательность по Полингу – это свойство атомов, связанных химическими связями, т.е. находящихся в составе химических соединений. Соединения таких благородных элементов, как гелий, неон и аргон до сих пор не получены, поэтому не определена и ЭО этих элементов. Однако в полной таблице в приложении VII уже можно найти значения для ксенона (Xe), соединения которого с фтором и кислородом известны с 60-х годов XX века.

Для фтора во многих книгах приводится значение $X = 4,0$ и в этом нет ошибки. Просто в таблице 3-3 приведены уточненные данные и, кроме того, значение 3,98 вполне может быть округлено до 4,0.

Менее всего электроотрицательны атомы щелочных и щелочноземельных металлов Li, Na, Mg и т.д. И это понятно – ведь их внешние электронные оболочки далеки от завершения и для них выгоднее сдвинуть свои валентные электроны к чужому атому, чем "добирать" электроны у соседей.

Обратите внимание на необычно **высокую электроотрицательность атома водорода** ($X = 2,20$) – она значительно выше значений для щелочных металлов. В этом нет ничего удивительного: атом водорода лишь формально является электронным аналогом атомов щелочных металлов – на самом деле ему не хватает только одного электрона для полного завершения своей валентной оболочки (как и атомам галогенов с их высокими значениями X). Поэтому электроноакцепторные свойства атома водорода выражены сильнее, чем у щелочных металлов.

Допустим, между двумя какими-то элементами образовалась химическая связь. Теперь *разность* электроотрицательностей этих элементов (ΔX) позволит нам судить о том, насколько эта связь отличается от чисто ковалентной.

Какие бы два атома не были связаны между собой, для вычисления ΔX нужно из большей электроотрицательности вычесть меньшую.

Для чисто ковалентной связи такая разница всегда равна нулю, например:
 а) связь F—F в молекуле фтора F_2 : $\Delta X = (3,98 - 3,98) = 0$ (ковалентная связь);
 б) связь O=O в молекуле кислорода O_2 : $\Delta X = (3,44 - 3,44) = 0$ (ковалентная связь).
 Если величина ΔX меньше, чем 0,4 – такую связь тоже условно называют ковалентной.

При разности электроотрицательностей от 0,4 до 2,0 связь называют полярной ковалентной, например:

в) связь H—F в молекуле фтороводорода HF: $\Delta X = (3,98 - 2,20) = 1,78$ (полярная ковалентная связь);

г) связь C—Cl в молекуле CCl_4 : $\Delta X = (3,16 - 2,55) = 0,61$ (полярная ковалентная связь);

д) связь S=O в молекуле SO_2 : $\Delta X = (3,44 - 2,58) = 0,86$ (полярная ковалентная связь).

Чем больше разность электроотрицательностей, тем больше доля *ионности* связи. Условно принято, что связи с разностью электроотрицательностей больше 2,0 считаются ионными.

Например:

е) связь Na—Cl в соединении NaCl: $\Delta X = (3,16 - 0,93) = 2,23$ (ионная связь);

ж) связь Na—F в соединении NaF: $\Delta X = (3,98 - 0,93) = 3,05$ (ионная связь);

з) связь K—O в соединении K_2O : $\Delta X = (3,44 - 0,82) = 2,62$ (ионная связь).

Таким образом, при возникновении химической связи происходит не только обобществление электронов, но и в ряде случаев *передача* электронов от одного атома другому. Эта передача может быть частичной или почти полной. Электроны всегда передаются от атома с меньшей электроотрицательностью атому с большей электроотрицательностью.

Металлическая связь — это одновременное существование положительно заряженных атомов (превращающихся в положительные ионы вследствие потери валентных электронов) и свободного электронного газа.

Механизм металлической связи

Во всех узлах кристаллической решётки расположены положительные ионы металла. Между ними беспорядочно, подобно молекулам газа, движутся валентные электроны, отцепившиеся от атомов при образовании ионов. Эти электроны играют роль цемента, удерживая вместе положительные ионы; удерживая вместе положительные ионы; в противном случае решётка распалась бы под действием сил отталкивания между ионами. Вместе с тем и электроны удерживаются ионами в пределах кристаллической решётки и не могут её покинуть. Силы связи не локализованы и не направлены. Поэтому в большинстве случаев проявляются высокие координационные числа (например, 12 или 8).

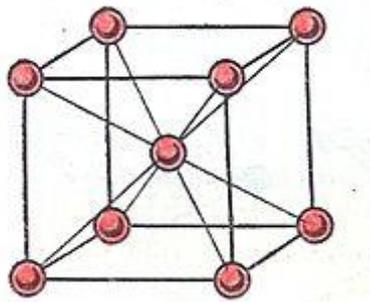


Рис.1. Расположение ионов в кристалле щелочного металла

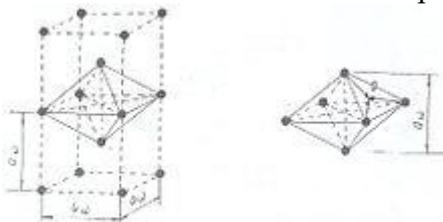


Рис.2. Связывающее звено кристаллической решётки щелочного металла

Так, щелочные металлы кристаллизуются в кубической объёмно-центрированной решётке, и каждый положительно заряженный ион щелочного металла имеет в кристалле по восемь ближайших соседей – положительно заряженных ионов щелочного металла (рис.1). Кулоновское отталкивание одноимённо-заряженных частиц (ионов) компенсируется электростатическим притяжением к электронам связывающих звеньев, имеющих форму искажённого сплюсненного октаэдра – квадратной бипирамиды, высота которой и рёбра базиса равны величине постоянной трансляционной решётки a_w кристалла щелочного металла (рис.2). Связывающие электроны становятся общими для системы из шести положительных ионов щелочных металлов и удерживают последние от кулоновского отталкивания. Величина постоянной трансляционной решётки a_w кристалла щелочного металла значительно превышает длину ковалентной связи молекулы щелочного металла, поэтому принято считать, что электроны в металле находятся в свободном состоянии:

Щелочный металл	Li	Na	K	Rb	Cs
Постоянная решётка $a_w, \text{Å}$ [1]	3,5021	4,2820	5,247	5,69	6,084
Длина ковалентной связи, $\text{Me}_2, \text{Å}$ [2]	2,67	3,08	3,92	4,10	4,30

Математическое построение, связанное со свойствами свободных электронов в металле, обычно отождествляют с «поверхностью Ферми», которую следует рассматривать как геометрическое место, где пребывают электроны, обеспечивая основное свойство металла – проводить электрический ток^[3].

Таким образом, **электрический ток в металлах – это движение сорванных с орбитального радиуса электронов в поле положительно заряженных ионов**, находящихся в узлах кристаллической решётки металла. Выход и вход свободных электронов в связывающее звено кристалла осуществляется через точки «0», равноудалённые от положительных ионов атомов (рис.2).

Механизм перехода ковалентной в металлическую связь

Теоретическая модель донорно-акцепторного механизма (иначе координационного механизма) лежит в основе механизма перехода ковалентной в металлическую связь. Способ образования ковалентной химической связи между двумя атомами или группой атомов, осуществляемый за счет неподеленной пары электронов атома-донора и свободной орбитали атома-акцептора, существенно модифицируется при переходе к металлической связи. Сущность модификации состоит в обобщении валентных электронов всех взаимодействующих атомов в совокупность, называемую электронным газом, и сосредоточении этой совокупности в трехмерном объеме оригинальной геометрической формы, располагаемой в центре симметрии трехмерной кристаллической решётки, образуемой положительно заряженными взаимодействующими атомами. Электрическое поле электронного газа совместно с электрическими полями ионов-атомов создают связывающую полевую среду для кристалла в целом.

Характерной особенностью многоатомных молекул, например, щелочных металлов, является большая длина ковалентной связи (в 3,6-5,8 раза больше длины связи в молекуле водорода) и низкая энергия её разрыва.

Водородная связь с её разновидностями

Водородная связь — форма ассоциации между электроотрицательным атомом и атомом водорода **H**, связанным ковалентно с другим электроотрицательным атомом. В качестве электроотрицательных атомов могут выступать **N**, **O** или **F**. Водородные связи могут быть межмолекулярными или внутримолекулярными. Атом водорода, связанный с сильно электроотрицательным атомом (N, O, F) электронодефицитен и способен взаимодействовать с неподеленной парой электронов другого сильно электроотрицательного атома, находящегося либо в этой же, либо в другой молекуле. В результате возникает **водородная связь**, являющаяся разновидностью донорно-акцепторной связи. Атом водорода служит связующим между двумя электроотрицательными атомами. Энергия водородной связи невелика (10-40 кДж/моль) и, в основном, определяется электростатическим взаимодействием. **Водородная связь** осуществляет межмолекулярную связь аминокислот в полимерах с помощью невалентного взаимодействия между атомом водорода одной аминокислоты и электроотрицательным атомом другой аминокислоты. Водородные связи в значительной степени способствуют формированию третичной структуры белка. Водородные связи обладают только 1/20 частью от энергии ковалентной связи, поэтому они могут быть разрушены перемещениями элементов белка. Малая энергия водородной связи не означает, что в белке их может быть очень много.

Разновидности нековалентной связи

Ван-дер-ваальсовы силы — силы межмолекулярного (и межатомного) взаимодействия с энергией 10 — 20 кДж/моль. Этим термином обозначаются силы, возникающие при поляризации молекул и образовании диполей, ответственные за формирование пространственной структуры биологических макромолекул. Ван-дер-ваальсовое взаимодействие состоит из трех типов слабых взаимодействий:

- **Ориентационные силы**, диполь-дипольное притяжение. Осуществляется между молекулами, являющимися постоянными диполями. Примером может служить **НСI** в жидком и твердом состоянии. Энергия такого взаимодействия обратно пропорциональна шестой степени расстояния между диполями.

- **Дисперсионное притяжение (лондоновские силы).** Взаимодействием между мгновенным и наведенным диполем. Энергия такого взаимодействия обратно пропорциональна шестой степени расстояния между диполями.
- **Индукционное притяжение.** Взаимодействие между постоянным диполем и наведенным (индуцированным). Энергия такого взаимодействия обратно пропорциональна шестой степени расстояния между диполями.

Дисперсионные силы (*дисперсионное притяжение, Лондоновские силы, Лондоновские дисперсионные силы, LDF*) — силы электростатического притяжения мгновенного и индуцированного (наведённого) диполей электрически нейтральных атомов или молекул.

Силы определяются квантовомеханическими флуктуациями электронной плотности. Мгновенное распределение заряда одного атома или молекулы, характеризующее мгновенным дипольным моментом, индуцирует мгновенный дипольный момент в другом атоме или молекуле^[2].

При сближении атомов или молекул ориентация микродиполей перестаёт быть независимой, и их появление и исчезновение в разных атомах и молекулах происходит в такт друг к другу.

Синхронное появление и исчезновение микродиполей разных атомов и молекул сопровождается их притяжением.

Остальные разновидности нековалентной связи относятся к специфическим связям плоских молекулярных структур белков с ДНК и в этой статье не рассматриваются.

О сущности неполноты познания естественных законов, управляющих химическими реакциями между компонентами макромолекулярных структур белков и нуклеиновых кислот

Материалистическое познание естественных законов, управляющих химическими реакциями между компонентами макромолекулярных структур белков и нуклеиновых кислот, безусловно, основывается на прямом натурном экспериментировании с природными белками и нуклеиновыми кислотами. Но результаты экспериментального познания указанных законов обобщаются в специальных теориях, объясняющих логику и диалектику этих законов, и предназначенных для прогнозирования эволюции природных явлений, основанных на законах управления химическими реакциями. Несомненно, что природные законы управления химическими реакциями неразрывно связаны с природными законами управления физической материей и в значительной степени основываются на них. Как отмечалось в [13] в текущее время вся физическая материя и физический вакуум нашей Вселенной интерпретируются созданной в 20 веке квантово-полевой теорией, называемой Стандартной моделью (или Теорией всего). В Стандартной модели имеются два основных семейства элементарных частиц: фермионы (кварки плюс лептоны), к которым принадлежит всё, что составляет материю, и бозоны, к которым относятся все известные элементарные частицы-переносчики силовых взаимодействий. Но в Стандартной модели за сто лет 20 века не успели понять:

- физической сущности массы частиц и откуда она берется в элементарных частицах;
- физической сущности гравитационного взаимодействия и механизма его работы;
- причин несовместимости в Стандартной модели гравитационного взаимодействия со слабыми и сильными ядерными силами, а также электромагнитными силами.

Все эти пустоты в Стандартной модели заполнены гипотетическими догадками, не подтверждёнными прямыми натурными экспериментами, что недопустимо при материалистическом познании. Авторы Стандартной модели (в частности Д. Гросс) просят ещё 500 лет, чтобы разрешить эту проблему. Более того физики-рационалисты утверждают, что семейства элементарных частиц Стандартной модели давно устарели и должны быть заменены новым семейством элементарных частиц, называемым преонами, или их альтернативой – мельчайшими колеблющимися суперструнами, которые имеют геометрические размеры на порядок меньше размеров кварков и лептонов.

Но квантово-полевая химия основана-то на теории Стандартной модели, и в ней не четыре силовых взаимодействия, а целых 36 типов силовых химических взаимодействий. Поэтому можно не сомневаться, что каждое из 36 типов химических взаимодействий пока имеет чисто гипотетическую сущность и для практических медицинских целей по определению не пригодно. На самом деле, как можно теоретически синтезировать новый белок, или нуклеиновую кислоту с требуемыми свойствами, если в биохимии до сих пор не установлены даже логические отношения между 36 типами химических связей. Ранжирования по энергетической мощи химических связей очень даже недостаточно, хотя эти данные и имеются для некоторых типов связей. Экспериментальные данные говорят о том, что очень часто, в конкретных условиях, в первую очередь образуются типы химических связей, обладающие не самой высокой энергией связи.

Таблица 6

Энергии различных типов связей

Тип связи	Энергия связи, кДж/моль
Ионная	590-1050
Ковалентная	до 710
Металлическая	110-350
Водородная	до 50
Дисперсионная	до 40
Ориентационная	до 20
Индукционная	до 2

Предложения по устранению недостатков познания сущности естественных законов управления химическими реакциями

При современных условиях познания в области молекулярной биологии, характеризующихся отсутствием микроскопического оборудования необходимой разрешающей способности и необходимого быстрогодействия,

целесообразно отказаться от гипотетического теоретизирования о структурах макромолекул белков и нуклеиновых кислот, и имеющих место в них силовых взаимодействиях, вынуждено порождающего исключительно бредовые идеи для кладбища гипотез, однако сопряженного с триллионными ежегодными ресурсными затратами.

В указанных условиях прогрессивная эволюция молекулярной биологии и, в первую очередь, биохимии, возможна лишь путём прямого натурального экспериментирования на основе CAS (Chemical Abstracts Service) RN (регистрационные номера химических соединений) США. Поэтому, лучше всего вернуться к чистому прямому натурному экспериментированию на основе CAS RN США.

Литература

6. Кондратенко В.А. **Квантовая физика** без геометризации физических моделей мироздания, априори свободных от гипотетических и некорректных формализмов. – К.: Альфа Реклама. 2011. – 108 стр.
7. Г.И. Дерябина, Г.В. Кантария. **Органическая химия.** Интерактивный мультимедиа учебник. – Самара. : ССУ. 2012. - 200 стр.
8. **Химическая энциклопедия** в 5 томах Год выпуска: 1988. Издательство: Советская Энциклопедия.
9. Ленинджер А. Основы биохимии. Том 1-3. М.: Мир, 1985г.
10. Мушкамбаров Н. Н., Кузнецов С. Л. Молекулярная биология. Учебное пособие для студентов медицинских вузов. 2007г. **Страниц:** 536.

Формальный математический метод решения проблемных функциональных задач в геронтологии

В результате научных исследований мирового медицинского и биологического сообщества в области физиологии жизнедеятельности организма человека, особенно на протяжении двадцатого и двадцать первого века,

к текущему времени накоплен минимально достаточный арсенал научных знаний, позволяющий специалистам не только назвать основные причины старения человеческого организма, но и последовательно и эффективно разрабатывать и реализовывать комплексы мероприятий по оздоровлению организма человека, направленные на увеличение продолжительности его жизни, снижение скорости старения и резкого сдвига вправо границы наступления пожилого возраста.

Однако преобладающий сегодня вербальный формат отражения этих знаний, из-за своей чрезмерной информационной трудоемкости, становится причиной недоступности этих знаний не только для пациентов, но и для врачей, обслуживающих этих пациентов.

Существует единственный выход из этой тупиковой ситуации – отражать необходимые знания с помощью эффективного формального языка одной из математических структур классической математики, специально для этой цели предназначенной.

Цель статьи как раз и заключается в демонстрации возможности высокоэффективного описания, формального преобразования этого описания, и формального решения целевых функциональных задач геронтологии с помощью формального языка математической структуры классической математики, называемой автоматическим доказательством теорем. Но перед тем как приступить к формальному описанию интересующих нас знаний, их формальному преобразованию и доказательству целевых теорем, представим все, интересующие нас и хорошо известные в геронтологии знания, в аксиоматическом формате, как того требует упомянутая математическая структура.

Фундаментальные знания по геронтологии в аксиоматическом формате

Аксиома 1. Старость — закономерно наступающий период возрастного развития, заключительный этап онтогенеза. Старение — неизбежный биологический разрушительный процесс, приводящий к постепенному снижению адаптационных возможностей организма; характеризуется возникновением так называемой возрастной патологии и увеличением вероятности смерти. Исследованием закономерностей старения занимается **геронтология**, а изучением возрастной патологии — **гериатрия**.

Время наступления старости условно. Мужчин и женщин в возрасте от 55—60 до 75 лет считают пожилыми, с 75 лет — старыми, с 90 лет — долгожителями. Предполагается, что видовая продолжительность жизни человека равна 92—95 годам.

Аксиома 2. Для старения характерны гетерохронность (различие во времени наступления старения отдельных органов и тканей), гетеротопность (неодинаковая выраженность старения в различных органах), гетерокинетичность (развитие возрастных изменений с различной скоростью), гетерокатефтенность (разнонаправленность возрастных изменений клеток и органов).

Аксиома 3. Видовая и индивидуальная продолжительность жизни определяется сложным взаимоотношением процесса старения и процесса, направленного на сохранение жизнеспособности организма, увеличение продолжительности жизни, получившего название «витаукт» (лат. *vita* жизнь + *auctus* увеличение, прирост). Различный баланс процессов старения и витаукта определяет биологический возраст человека, объективную меру степени возрастных изменений. Определение биологического возраста, синдрома

старения позволяет прогнозировать изменения здоровья человека, темп его старения, рекомендовать систему специфических средств профилактики.

Аксиома 4. Старение развивается в результате нарушения механизмов саморегулирования на разных уровнях жизнедеятельности организма, ограничивающего его приспособительные возможности. Нарушение регулирования генома приводит к изменению соотношения синтезируемых белков, ограничению потенциальных возможностей белоксинтезирующей системы, появлению ранее не синтезировавшихся белков. Все это сказывается на энергетическом обеспечении клетки, обуславливает нарушение ее функции, гибель клеток. Возрастные изменения в клетках нервной и эндокринной систем приводят к нарушению нейрогуморального регулирования и в результате этого к нарушению гомеостаза и трофики тканей.

Существенное значение в механизме старения имеют ослабление нервных влияний на клетки, сдвиги их реактивности к действию биологически активных веществ. Это вызывает изменение реакции органов и систем на действие лекарственных препаратов. При старении снижается надежность важнейших защитных систем организма — репарации ДНК, антиоксидантов, иммунитета, митохондриального окисления и др.

Аксиома 5. Старение – генетически запрограммированное торможение процесса омоложения субстрата, генерирующего определенную физиологическую функцию в организме человека, плюс ослабление со стороны нервной системы человека контроля чёткости и надёжности управления,

- во-первых, системами автоматического регулирования физиологических функций организма человека, в том числе:

Сердечно-сосудистой системы (сердце, сосуды) • Лимфатической системы • Пищеварительной системы • Эндокринной системы • Иммунной системы • Сенсорной системы (соматосенсорная система, зрительная система, обонятельная сенсорная система, слуховая сенсорная система, вкусовая сенсорная система) • Покровной системы • Нервной системы (центральная, периферическая) • Опорно-двигательной системы (костная система, мышечная система) • мочеполовой системы (репродуктивная система, мочевыделительная система) • Дыхательной системы;

- во-вторых, безусловными и условными рефлексами, управляющими приобретенными реакциями на возмущения окружающей среды.

Аксиома 6. Обмен веществ, или метаболизм, является необходимым условием жизни. Жизнь возможна лишь до тех пор, пока происходит обмен веществ, который поддерживает существование живой протоплазмы и влечет за собой ее самообновление. Прекращение процессов обмена веществ имеет следствием смерть, разрушение протоплазмы и необратимое расщепление характерных для нее химических, в первую очередь белковых, соединений.

С обменом веществ связаны все остальные физиологические функции, упомянутые в аксиоме 5. Основу любой физиологической функции составляет определенная совокупность превращений веществ и энергии. Это равным образом относится к функциям отдельной клетки, ткани, органа или организма в целом. При выполнении всякой функции в результате физико-химических процессов и химических превращений в клетках организма происходят структурные изменения.

Аксиома 7. Продолжительность жизни определяется единством и противоположностью двух процессов — старения и витаукта ((от лат. *vita* — жизнь и *aucto* — непрерывно увеличиваю, приумножаю), целостные процессы, направленные на стабилизацию жизнеспособности организма.)

Аксиома 8. Старение — многопричинный процесс, вызываемый целым рядом факторов. Среди них:

генетически предопределенные особенности обмена веществ, стрессы, болезни, свободные радикалы, накопление продуктов распада белков, перекиси липидов, ксенобиотики (чужеродные вещества), изменение концентрации водородных ионов, температурные повреждения, кислородное голодание, разрыв лизосом с высокой активностью действия некоторых ферментов, накопление ряда других продуктов жизнедеятельности организма и др.

Эта многопричинность старения делает понятным, почему воздействием на одно какое-либо звено в механизме старения нельзя существенно увеличить сроки жизни. Поэтому наиболее выраженное замедление темпа старения, увеличение продолжительности жизни дают средства, изменяющие состояние живой системы в целом.

Аксиома 9. Старение — процесс многоочаговый. Он возникает в разных структурах клетки: в ядре, мембранах, митохондриях и др.; в разных типах клеток: нервных, секреторных, иммунных, печеночных и др. В каждой клетке, как и в системах организма, наряду с разрушительными изменениями происходят приспособительные сдвиги, процессы витаукта (восстановления). Существуют отличия в старении различных типов клеток. Они в значительной мере определяются спецификой функции клеток, которая зависит от особенностей биохимических процессов в них. Под влиянием повреждающих, стохастических факторов находятся различные мишени в клетках. Причем в одних участках клетки большое значение имеет повреждающее действие свободных радикалов, в других — водородных ионов, в третьих — кислородное голодание и др., а в целом это сливается в единый процесс — старение.

Снижение надежности механизмов регуляции, снижение адаптационных возможностей организма при старении создают основу для развития возрастной патологии. В зависимости от выраженности нарушений в том или ином звене системы развивается артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца или мозга, рак или диабет.

Существует интересный парадокс: то, что кажется понятным каждому, бывает очень трудно научно определить. Это полностью относится и к определению старения. Дело в том, что старение требует понимания сути явления, разграничения его от других процессов в природе. Вот почему существующие определения старения должны рассматриваться как “рабочие”, соответствующие уровню наших знаний на современном этапе.

Аксиома 10. Старение — разрушительный процесс, который развивается из-за нарастающего с возрастом повреждения организма внешними и внутренними факторами. Он ведет к недостаточности физиологических функций, гибели клеток, ограничению приспособительных возможностей организма, снижению его надежности, развитию возрастной патологии, увеличению вероятности смерти. Конкретные проявления старения, его темп и направленность обусловлены генетически предопределенными особенностями биологической организации организма.

Несмотря на структурные изменения при старении, благодаря процессам регулирования возникают процессы витаукта. Они противодействуют угасанию обмена и функций, содействуют их сохранению или противостоят резкому изменению. Поэтому на определенном этапе старения может сохраняться еще оптимальный уровень деятельности ряда систем.

Аксиома 11. Гомеостазис — относительное динамическое постоянство внутренней среды и некоторых физиологических функций организма. Сохранение гомеостазиса очень важно, ибо его грубое нарушение несовместимо с жизнью. Вся наша жизнь представляет собой бесконечную цепь потрясений внутренней среды организма, постоянных нарушений гомеостазиса. Артериальное давление, сахар крови, ионные соотношения и т. д. изменяются при каждой физической нагрузке, эмоциональной встряске. В ходе этих потрясений

мобилизуются, совершенствуются адаптационно-регуляторные механизмы, способствующие сохранению гомеостаза.

Итак, постоянные нарушения внутренней среды организма способствуют сохранению ее гомеостаза в течение длительной жизни. Если создать такие условия жизни, при которых ничто не вызывает существенных сдвигов внутренней среды, то организм окажется совершенно безоружным при встрече с окружающей средой и вскоре погибнет.

Аксиома 12. При старении снижается сначала способность адаптироваться к значительным нагрузкам и в конце концов изменяется уровень обмена и функции даже в покое. Если использовать функциональные нагрузки, то отчетливо выявляются возрастные различия в уровне деятельности организма. В эксперименте прямо удастся доказать, что сильные раздражения, переносимые взрослыми животными, вызывают грубые, необратимые нарушения у старых.

Все возрастные сдвиги показателей обмена и функции относятся к одному из трех типов изменений:

1) прогрессивно снижающихся с возрастом; 2) существенно не изменяющихся к старости; 3) прогрессивно возрастающих.

К первому типу следует отнести:

- сократительную способность сердца,
- функцию пищеварительных желез,
- гормонообразование в щитовидной, половых и некоторых других железах внутренней секреции,
- работоспособность многих нервных центров, остроту зрения и слуха, падение активности ферментов.

Ко второму типу - уровень сахара крови, показатели кислотно-щелочного равновесия, мембранный потенциал клеток, работоспособность отдельных скелетных мышц, активность некоторых ферментов, морфологический состав крови (количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов) и др.

К третьему типу - синтез некоторых гормонов в гипофизе, чувствительность многих клеток и тканей к гуморальным, химическим факторам, активность ряда ферментов, содержание в клетке определенных ионов, содержание в крови таких веществ, как холестерин, лецитин и др. Все это, конечно, не исчерпывает особенностей типов изменения отдельных признаков при старении. Возможны и волнообразные изменения.

Аксиома 13. Могут ли условия среды, перенесенные заболевания и другие факторы влиять на старение организма, на разные звенья возрастной его эволюции? Да, могут. Могут ускорить, изменить, извратить его течение, и это приведет к иной “развертке”, к иному темпу развития процесса — возникновению преждевременного старения. В синдром ускоренного, преждевременного старения входят многие признаки — снижение умственной и физической работоспособности, легкая утомляемость, раннее ухудшение памяти, ослабление эмоций, репродуктивной способности, снижение приспособительных возможностей сердечно-сосудистой и других физиологических систем организма, раннее возникновение возрастных предпосылок для развития болезней возрастной патологии в более ранние годы. Эти люди — “поставщики” атеросклероза и ишемической болезни сердца и мозга, артериальной гипертензии, диабета и др. Эти заболевания сами по себе ускоряют старение, ограничивают возможности развития витаукта, создавая порочный круг. Ускоренное, преждевременное, старение способствует раннему развитию возрастной патологии, и возникшие болезни ускоряют темп старения человека. Очень важно, что преждевременное старение начинает бурно развиваться у людей в возрасте 45—55 лет, сказываясь на их трудоспособности. Профилактика в широком смысле слова должна

строиться на определении биологического возраста, знании развития преждевременного, ускоренного старения. Разработка средств предупреждения преждевременного старения может улучшить “качество” и увеличить “количество” жизни миллионов людей.

Аксиома 14. У большинства старых людей, не страдающих слабоумием, разум не менее светлый, чем у молодых, только с той разницей, что он в жизни более основательно ориентирован и носит несколько иной оттенок. Его основные черты - жизненная мудрость, базирующаяся на опыте, умеренность, рассудочность, осторожность, спокойствие, более бесстрастный взгляд на события и проблемы. Но поскольку жизненные силы и способность к адаптации в какой-то степени снижаются, то инициатива и стремление к деятельности чаще всего идут на убыль. Пожилые люди более осторожно относятся ко всему новому, к изменению ситуации, порой инстинктивно предчувствуя все трудности приспособления.

Некоторые изменения общего (физического) состояния и умственных способностей не мешают пожилым здоровым людям жить нормальной жизнью. Они, конечно, могут теряться во время того или иного разговора, требующего быстрой реакции, могут не понять некоторых остроумных выражений или шуток, но, как правило, они весьма успешно справляются (благодаря опыту и сноровке) со своей профессиональной работой и домашними делами. Чаще всего эти люди понимают, что постепенно их умственные способности слабеют, особенно ухудшается память, однако они умеют тщательно это скрывать. В рассматриваемой проблеме многое зависит от степени умственных способностей того или иного человека в молодые годы, от того, как формировался и развивался его ум. Систематическая умственная деятельность, особенно творческая, тренирует мозг, поддерживает его в работоспособном состоянии до самого преклонного возраста. Поэтому люди интеллектуального труда, например ученые, писатели, артисты, художники, очень часто и в глубокой старости проявляют ясность ума. И наоборот, люди, которые свой мозг никогда не нагружали, чаще впадают в старческое слабоумие. А у умственно недоразвитых людей такое состояние может появиться даже в среднем возрасте.

Аксиома 15. Существует ряд механизмов, направленных на сохранение жизнеспособности: восстановление; компенсация, когда клетки, органы и системы, не пострадавшие от действия повреждающих факторов, берут на себя функцию поврежденных; репарация, когда происходит “ремонт” отдельных клеточных структур, и др. Все они — частные механизмы процесса витаукта, который и определяет надежность и длительность их функционирования. До тех пор, пока поддерживается высокий уровень процесса витаукта, живая система сохраняет свои адаптационные возможности. Однако когда старение начинает преобладать над процессами витаукта, когда нарушаются механизмы витаукта, бурно прогрессирует возрастная деградация организма.

Выделяют два типа проявлений витаукта — генотипический и фенотипический.

Генотипические проявления витаукта генетически запрограммированы, их реализация зависит от передачи наследственной информации. Существует важная система защиты внутренней среды организма — микросомальное окисление печени. Благодаря ей обезвреживаются многие токсические вещества, попавшие в организм и образовавшиеся в нем. Важным генотипическим механизмом витаукта является специальная система ремонта, репарации ДНК — молекулы, в которой заключена наследственная информация. В течение жизни молекула ДНК повреждается, в ней появляются разрывы, обрывки и др. В клетке находится группа ферментов, распознающих повреждение молекулы ДНК и устраняющих возникший дефект. В ходе жизнедеятельности образуются химически активные обрывки молекул, свободные радикалы. Они повреждают различные структуры клетки. Однако возникла специальная система витаукта — антиоксиданты. Среди них много витаминов, аминокислот и других органических соединений. Эти антиоксиданты служат как бы ловушками для свободных радикалов и предохраняют клетки от повреждений. Вся наша жизнь — бесконечная смена состояния кислородного голодания (гипоксия) и покрытия кислородного долга. Организм имеет мощную антигипоксическую систему, которая тренируется в течение жизни. Способность к длительному поддержанию

ее надежности — важный механизм витаукта. Система эта связана с усилением легочной вентиляции, работы сердца, кровоснабжения органов, увеличением числа работающих капилляров, улучшением использования кислорода в клетке и др.

Чрезвычайно широко распространены фенотипические механизмы витаукта, т. е. те, которые мобилизуются в ходе жизнедеятельности. Они представлены на разных уровнях — молекулярном, клеточном, тканевом и др.

Основной принцип их мобилизации следующий. В процессе старения начинает страдать какое-то звено в деятельности организма. Благодаря механизмам саморегуляции по обратным связям идет информация с объекта регуляции к центру регуляции, и это включает противодействующие механизмы. Например, в результате молекулярных изменений нарушаются некоторые механизмы генерации энергии в клетке. Из специального клеточного органоида, где протекают эти процессы — митохондрии, идет сигнал в цитоплазму, и здесь активируются резервные пути образования энергии. Количество митохондрии в клетке с возрастом падает, однако нередко растет активность каждой из них, они увеличиваются в размере.

Вместе с тем все эти проявления витаукта не могут компенсировать сдвиги, развивающиеся в процессе старения, и в конечном итоге нарастают грубые изменения в организме. Приспособительное значение многих проявлений витаукта относительно, более того, в определенных ситуациях могут развиваться проявления параадаптации. Так, например, при старении в сердце активируется резервный энергетический путь — гликолиз, способствующий сохранению работы сердца. Однако в ходе гликолиза образуется и накапливается молочная кислота, что может вести к повреждению сердца, развитию нарушений сердечного ритма.

Аксиома 16. Человеку нужна жизнь не просто долгая, а обязательно плодотворная и созидательная. Постоянный, пусть даже очень напряженный труд — одно из обязательных условий долголетия.

Существует известный общебиологический закон: **старение меньше всего поражает и позже всего захватывает тот орган, который больше всего работает.**

Аксиома 17. Минералы играют очень важную роль в здоровье каждого человека. Минералы – питательные вещества, необходимые для нашего организма, которые способствуют функционированию всех органов. Минералы помогают организму перерабатывать пищу, которую мы едим. Благодаря минералам появляется новая энергия и сила в теле человека, восстанавливаются и регенерируются ткани организма. Примерно 4% массы тела человека состоит из минералов. Ежедневно организму нужно более 100мг основных минералов, и до 100мг микроэлементов. Минералы подразделяются на две категории: микроэлементы и макроэлементы. Организм нуждается в макроэлементах в больших количествах, тогда как микроэлементы нужны нам в незначительных количествах. Минералы необходимы для жизнедеятельности организма и принимают участие во многих процессах:

1. дают прочность нашему скелету;
2. соединяют органические структуры (белки и липиды);
3. активизируют ферментные системы;
4. контролируют водный баланс (осмоса и выделения);
5. регулируют кислотно-щелочное равновесие;
6. усиливают эффект нервно-мышечной передачи;
7. взаимодействуют с гормонами, витаминами, другими регуляторами метаболизма.

Кроме этого они находятся в организме в определенном соотношении. Дефицит одного из минералов может нарушить баланс других минералов организма.

Макроэлементы

Важнейшие макроэлементы:

- Кальций
- Магний
- Фосфор
- Калий
- Кремний
- Натрий
- Сера

Микроэлементы

Основные микроэлементы:

- Бор
- Хром
- Медь
- Фтор
- Йод
- Железо
- Литий
- Молибден
- Селен
- Ванадий
- Цинк

При недостатке - а недостаток микроэлементов встречается гораздо чаще, чем избыток, - нарушаются важные метаболические функции, такие, как регуляция уровня сахара в крови или специфических веществ и ферментов в организме. Примеры основных микроэлементов: йод, необходимый для выработки тиреоидных гормонов, железо - для синтеза гемоглобина в крови и цинк - для правильной иммунной реакции.

Вредны для организма человека тяжелые металлы

- Алюминий
- Мышьяк
- Кадмий
- Свинец
- Ртуть

Они могут причинить серьезный вред здоровью человека.

В тканях организма человека содержится некоторое количество токсичного свинца. Свинец особенно опасен для здоровья детей, поскольку ухудшает способность к учебе и нарушает поведение. В последние годы во всем мире на первый план выходит загрязнение ртутью: в наше время ею отравлена большая часть вод и, соответственно, рыбы. Исследователи связывают, воздействие такого тяжелого металла, как алюминий, с ослаблением функций центральной нервной системы при болезни Альцгеймера.

Аксиома 18. Структурная целостность позвоночного организма в первую очередь зависит от двух типов белковых волокон — коллагена и эластина. Коллаген, который

составляет почти треть от общей массы всех белков тела, находится в коже, костях и сухожилиях. После синтеза клетками-фибробластами, коллаген находится в растворимой форме (тропоколлаген). Постепенно растворимый коллаген полимеризуется, превращаясь в стойкую форму, которая может сохраняться в тканях на протяжении большей части жизни животных. Скорость синтеза коллагена высока в молодости и снижается на протяжении жизни, таким образом, что соотношение концентраций филаментарного и растворённого коллагена возрастает с возрастом. Филаментарный коллаген с возрастом превращается в белковую сеть, которая напоминает кристаллин линзы глаза. С увеличением возраста число связей между молекулами коллагена возрастает, приводя к созданию кристаллической жёсткой структуры, которая приводит к общему возрастанию жёсткости тканей тела.

Эластин - основной белок эластических волокон, которые в больших количествах содержатся в межклеточном веществе таких тканей, как кожа, стенки кровеносных сосудов, связки, лёгкие. Эти ткани обладают очень важными свойствами: они могут растягиваться в несколько раз по сравнению с исходной длиной, сохраняя при этом высокую прочность на разрыв, и возвращаться в первоначальное состояние после снятия нагрузки. Резиноподобные свойства названных тканей обеспечиваются особенностями состава и строения эластина - гликопротеина с молекулярной массой 70 кД.

В свою очередь эластичность волокон коллагена и эластина определяется исключительно присутствием в структурных формулах полимерных молекулах этих веществ химического элемента, называемого кремнием.

Ещё академик Вернадский В.И. утверждал: «Никакой организм не может существовать и развиваться без кремния». А в семидесятых годах XX века этот тезис был полностью подтвержден Нобелевским комитетом, официально провозгласившим кремний «элементом жизни».

Интересные цифры: кремний, о котором говорят гораздо меньше, чем о других минералах, находится на 2-ом месте (после кислорода) в химическом составе нашего организма. Общая масса его составляет примерно 7 гр, а, например, железа, о чьей пользе знают практически все, всего 4 гр. Из этих данных становится понятно, что важнейшие обменные процессы не обходятся без участия кремния.

Будучи одним из важнейших микроэлементов нашего организма, кремний участвует в усвоении магния, кальция, калия, фосфора, натрия, серы, кобальта и других элементов. Как известно, кальций - это главный элемент формирования жестких костных тканей, а кремний – это элемент, определяющий свойства гибких структур:

- стенок сосудов и ЖКТ (желудочно-кишечного тракта);
- клапанов сосудов сердечно-сосудистой системы;
- соединительной ткани сухожилий;
- тканей хрящей;
- желез внутренней секреции;
- синовиальной жидкости суставов.

Самая важная функция кремния в организме – это служить незаменимым структурным элементом связи. Он участвует в разнообразных промежуточных реакциях и используется в обменных процессах восьмикратно. Наука считает, что само старение значительно зависит от кремния, потому что недостаток этого минерала прямо влияет на усвоение биологически активных элементов. При дефиците кремния более 70% питательных веществ либо усваиваются в неправильной форме, либо не усваиваются совсем

От здоровья соединительных тканей во многом зависит прочность и гибкость костно-суставного аппарата, об этом знали еще древние медики. Сегодня научно доказано - кремний «слышит» мозг на элементарном уровне и контролирует правильный рост и развитие всех систем человека, от создания клеточных мембран и до формирования соединительной ткани организма.

В детском питании кремний обязательно должен присутствовать в продуктах, потому что в детском возрасте его потребность в 5 раз выше, чем у взрослых – организм растет и строится.

Аксиома 19. Во взрослом организме клетки и образуемые ими компоненты межклеточного вещества составляют различные ткани. Всего различают 5 основных типов тканей:

- I. эпителиальные ткани и железы;
- II. кровь и кроветворные ткани;
- III. соединительные ткани, в том числе скелетные соединительные ткани (волокнистая хрящевая ткань межпозвонкового диска, гиалиновая хрящевая ткань трахеи, эластическая хрящевая ткань ушной раковины, грубоволокнистая костная ткань, пластинчатая костная ткань, развитие кости на месте хряща);
- IV. мышечные ткани;
- V. нервную ткань.

Внутри основных типов тканей (кроме крови и нервной ткани) различают те или иные группы и виды тканей.

Аксиома 20. Биосинтез волокон соединительных тканей

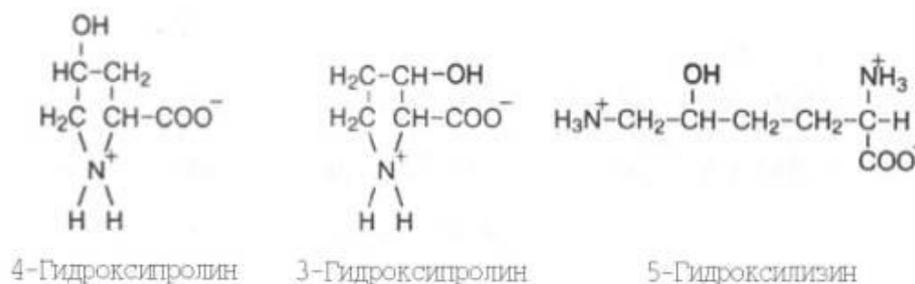
В межклеточном матриксе находятся 2 типа волокнистых структур:

Коллагеновые и *эластиновые* волокна. Основным их компонентом является нерастворимый белок коллаген.

Коллаген - сложный белок, относится к группе гликопротеинов, имеет четвертичную структуру, его молекулярная масса составляет 300 kDa. Составляет 30 % от общего количества белка в организме человека. Его фибриллярная структура - это суперспираль, состоящая из 3-х цепей. Нерастворим в воде, солевых растворах, в слабых растворах кислот и щелочей. Это связано с особенностями первичной структуры коллагена. В коллагене 70 % аминокислот являются гидрофобными. Аминокислоты по длине полипептидной цепи расположены группами (триадами), сходными друг с другом по строению, состоящими из трех аминокислот. Каждая третья аминокислота в первичной структуре коллагена - это глицин (триада (или группа): (гли-X-Y)_n, где X - любая аминокислота или оксипролин, Y - любая аминокислота или оксипролин или оксизин). Эти аминокислотные группы в полипептидной цепи многократно повторяются.

Необычна и вторичная структура коллагена: шаг одного витка спирали составляют только 3 аминокислоты (даже немного меньше, чем 3), а не 3.6 аминокислоты на 1 виток, как это наблюдается у других белков. Такая плотная упаковка спирали объясняется присутствием глицина. Эта особенность определяет высшие структуры коллагена. Молекула коллагена построена из 3-х цепей и представляет собой тройную спираль. Эта тройная спираль состоит из 2-х -1-цепей и одной -2-цепи. В каждой цепи 1000 аминокислотных остатков. Цепи параллельны и имеют необычную укладку в пространстве: снаружи расположены все радикалы гидрофобных аминокислот. Известно несколько типов коллагена, различающихся генетически. Молекула тропоколлагена – это белок коллаген. Одной из отличительных черт данного белка является то, что 1/3 всех его аминокислотных остатков

составляет глицин, 1/3 – пролин и 4-гидроксипролин, около 1% – гидроксизин; некоторые молекулярные формы коллагена содержат также 3-гидроксипролин, хотя и в весьма ограниченном количестве:



^

Биосинтез коллагена

Существуют 8 этапов биосинтеза коллагена: 5 внутриклеточных и 3 внеклеточных.

1-й этап. Протекает на рибосомах, синтезируется молекула-предшественник: препроколлаген.

2-й этап. С помощью сигнального пептида "пре" транспорт молекулы в каналы эндоплазматической сети. Здесь отщепляется "пре" - образуется "проколлаген".

3-й этап. Аминокислотные остатки лизина и пролина в составе молекулы коллагена подвергаются окислению под действием ферментов пролилгидроксилазы и лизилгидроксилазы (эти окислительные ферменты относятся к подподклассу монооксигеназ).

При недостатке витамина "С"- аскорбиновой кислоты наблюдается цинга, - заболевание, вызванное синтезом дефектного коллагена с пониженной механической прочностью, что вызывает, в частности, разрыхление сосудистой стенки и другие неблагоприятные явления.

4-й этап. Посттрансляционная модификация- гликозилирование проколлагена под действием фермента гликозил трансферазы. Этот фермент переносит глюкозу или галактозу на гидроксильные группы оксизина.

5-й этап. Заключительный внутриклеточный этап- идет формирование тройной спирали - тропоколлагена (растворимый коллаген). В составе про-последовательности - аминокислота цистеин, который образует дисульфидные связи между цепями. Идет процесс спирализации.

6-й этап. Секретируется тропоколлаген во внеклеточную среду, где амино- и карбоксипротеиназы отщепляют (про-)-последовательность.

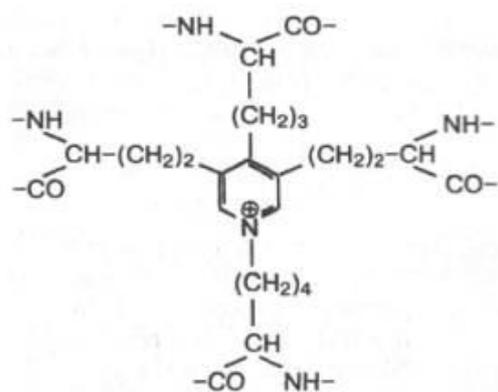
7-й этап. Ковалентное "сшивание" молекулы тропоколлагена по принципу "конец-в-конец" с образованием нерастворимого коллагена. В этом процессе принимает участие фермент лизилоксидаза (флавометаллопротеин, содержит ФАД и Cu). Происходит окисление и дезаминирование радикала лизина с образованием альдегидной группы. Затем между двумя радикалами лизина возникает альдегидная связь. Только после многократного сшивания фибрилл коллаген приобретает свою уникальную прочность, становится нерастяжимым волокном. Лизилоксидаза является Cu-зависимым ферментом, поэтому при недостатке меди в организме происходит уменьшение прочности соединительной ткани из-за значительного повышения количества растворимого коллагена (тропоколлагена).

8-й этап. Ассоциация молекул нерастворимого коллагена по принципу "бок-в-бок". Ассоциация фибрилл происходит таким образом, что каждая последующая цепочка сдвинута на 1/4 своей длины относительно предыдущей цепи.

Эластические волокна

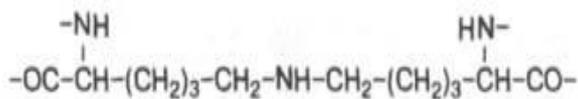
Второй вид волокон - эластические. В основе строения - белок эластин. Эластин еще более гидрофобен, чем коллаген. В нем до 90 % гидрофобных аминокислот. Много лизина, есть участки со строго определенной последовательностью расположения аминокислот. Цепи укладываются в пространстве в виде глобул. Глобула из одной полипептидной цепи называется -эластин. За счет остатков лизина происходит взаимодействие между молекулами -эластина.

В образовании этой структуры принимают участие радикалы аминокислоты лизина. Это структура десмозина. Десмозин - это структура пиридина, которая образуется при взаимодействии лизина 4-х молекул - эластина.



Десмозин

В гидролизатах эластина найдена еще одна необычная «аминокислота», пик которой на хроматограммах располагается между орнитинном и лизином. Оказалось, что это лизиннорлейцин, который обеспечивает наряду с десмозином и изодесмозином поперечные связи в молекуле эластина:



Остаток лизиннорлейцина

Легко заметить, что процесс биосинтеза волокон соединительных тканей описан в формате литературного текста, но не в формате химических символов и химической сигнатуры, как того требует формальный язык биохимии. Сделано это не случайно, так как в биохимии, как науке, функционально полных описаний химических реакций биосинтеза волокон соединительных тканей пока не существует. Более того, в известных фрагментарных описаниях упомянутых реакций нигде не отражается главный химический элемент, который обеспечивает эластичность тканей, и тем более, не отражена количественная зависимость эластичности тканей от количества кремния присутствующего в формуле полимера эластичной ткани. Без этих сведений **фундаментальные знания по геронтологии носят незаконченный характер**, так как эластичность тканей является показателем биологического возраста человека, без которого **прогнозирование процесса старения конкретного человека** просто не возможно. Т.е. цель, поставленная в статье, может быть реализована только после получения биохимиками функционально полного описания химических реакций биосинтеза волокон соединительных тканей с помощью формального языка биохимии.

Аксиома 21. Незавершенность фундаментальных знаний по геронтологии характеризуется ещё и отсутствием закономерностей, представленных в виде химических формул, отражающих:

- ✓ во-первых, функционально полный **перечень свойств** всех типов тканей, от которого (перечня) зависит показатель биологического возраста человека;
- ✓ во-вторых, присутствие этих свойств в структурных химических формулах каждой из тканей;
- ✓ в-третьих, номинальное количественное значение каждого из свойств в зависимости от возрастной категории условного человека.

Аксиома 22. Все недостающие фундаментальные знания, перечисленные в аксиомах № 20 и 21, к текущему моменту получены в полном объёме, благодаря успешному завершению соответствующих научно-исследовательских работ.

Аксиома 23. Процесс старения человека X осуществляется в соответствии с нормативными показателями для его возрастной категории.

Создание формального математического метода решения проблемных функциональных задач в геронтологии

Создание формального математического метода решения проблемных функциональных задач в геронтологии осуществим на примере **прогнозирования процесса старения человека X** .

Формальным математическим методом он называется потому, что:

- ✓ постановка задачи и алгоритм её решения описаны формальным математическим языком логики предикатов; формальные символы, не соответствующие синтаксису языка логики предикатов первого порядка, запрещены к применению;
- ✓ постановка задач познания явлений мироздания осуществляется по заранее установленным чётким и однозначным правилам на основе стандартизованных операндов и операций;
- ✓ целью постановки задачи является создание логико-диалектической модели процесса функционирования исследуемого природного, или рукотворного явления в мироздании;
- ✓ преобразование постановки задач к каноническому виду осуществляется с помощью 27, заранее установленных чётких и однозначных, обеспечивающих эквивалентность формул, правил;
- ✓ решение поставленных задач познания осуществляется с помощью единственного, заранее выбранного, работающего автоматически на основе стандартизованных операндов и операций, стандартизованного алгоритма.

Логико-диалектическая модель (ЛДМ) любого явления в мироздании

Под логико-диалектической моделью (ЛДМ) процесса функционирования исследуемого явления (системы) живой Природы подразумевается:

- набор физических переменных, функционально полно характеризующий каждое допустимое Природой динамическое состояние этой системы (явления);
- все, выявленные в процессе натурального экспериментирования, логические отношения в явлении, т.е. причинно-следственные взаимозависимости и взаимодействия между переменными состояниями,

выраженные исключительно с помощью логических операций, и однозначно определяющие каждое из наблюдаемых состояний динамической системы (явления);

- логические отношения между переменными состояниями, *которые исследуют истину в мышлении* о конкретном явлении, и отражаются в формульном виде;
- все выявленные в процессе натурального экспериментирования диалектические отношения между переменными состояниями, отражающие:
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих текущую жизнедеятельность наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в явлении (рассматриваемого в ЛМД в качестве операнда, т.е. переменной состояния, нагруженного смыслом идентификатора определённой физической величины, сопровождаемого свойствами и характеристиками этой величины), так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость поведенческой сущности каждого отдельного элементарного объекта при его функционировании в конкретном явлении, в конкретном времени и конкретном пространстве;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих единство и противоречивость сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в явлении;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления, в условиях наличия единства и противоречивости, как в поведенческой сущности каждого элементарного объекта в этом явлении, так и в сущности отношений между попарно взаимодействующими элементарными объектами в этом явлении;
 - ✓ природу движущих сил в явлении, обеспечивающих прогрессивную эволюцию наблюдаемого явления во всём многообразии его форм и во всей его противоречивости;
 - ✓ диалектические отношения между переменными состояниями в исследуемом явлении также отражаются в формульном виде.

Понятие “природа движущих сил” предусматривает, прежде всего, ответ на вопрос: почему именно так, а не по-другому, осуществляется наблюдаемое природное явление?

Если аксиомы $A_1 - A_{22}$ и их причинно-следственные отношения между собой и аксиомой A_{23} , отражающей одну из целей моделирования процесса старения человека, описать формальным языком логики предикатов первого порядка, то и получится желанная логико-диалектическая модель процесса старения человека. Так как эта модель покрывает всю функциональность процесса старения человека, то с её (модели) помощью можно отражать любые цели познания процесса старения человека, путём замены аксиомы A_{23} , отражающей эту одну из целей познания.

Приступим к описанию формальным языком логики предикатов первого порядка процесса старения человека, отраженного в контексте статьи с помощью аксиоматического текста $A_1 - A_{23}$.

Заменим аксиому A_z логической функцией, носящей название предиката:

$A_1 \equiv p_1(X)$, в которой предикатный символ p_1 нагружен смыслом аксиомы A_1 , а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A2 \equiv **p2(X)**, в которой предикатный символ **p2** нагружен смыслом аксиомы A2, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A3 \equiv **p3(X)**, в которой предикатный символ **p3** нагружен смыслом аксиомы A3, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A4 \equiv **p4(X)**, в которой предикатный символ **p4** нагружен смыслом аксиомы A4, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A5 \equiv **p5(X)**, в которой предикатный символ **p5** нагружен смыслом аксиомы A5, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A6 \equiv **p6(X)**, в которой предикатный символ **p6** нагружен смыслом аксиомы A6, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A7 \equiv **p7(X)**, в которой предикатный символ **p7** нагружен смыслом аксиомы A7, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A8 \equiv **p8(X)**, в которой предикатный символ **p8** нагружен смыслом аксиомы A8, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A9 \equiv **p9(X)**, в которой предикатный символ **p9** нагружен смыслом аксиомы A9, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A10 \equiv **p10(X)**, в которой предикатный символ **p10** нагружен смыслом аксиомы A10, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A11 \equiv **p11(X)**, в которой предикатный символ **p11** нагружен смыслом аксиомы A11, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A12 \equiv **p12(X)**, в которой предикатный символ **p12** нагружен смыслом аксиомы A12, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A13 \equiv **p13(X)**, в которой предикатный символ **p13** нагружен смыслом аксиомы A13, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A14 \equiv **p14(X)**, в которой предикатный символ **p14** нагружен смыслом аксиомы A14, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A15 \equiv **p15(X)**, в которой предикатный символ **p15** нагружен смыслом аксиомы A15, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A16 \equiv **p16(X)**, в которой предикатный символ **p16** нагружен смыслом аксиомы A16, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A17 \equiv **p17(X)**, в которой предикатный символ **p17** нагружен смыслом аксиомы A17, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A18 \equiv **p18(X)**, в которой предикатный символ **p18** нагружен смыслом аксиомы A18, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A19 \equiv **p19(X)**, в которой предикатный символ **p19** нагружен смыслом аксиомы A19, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A20 \equiv **p20(X)**, в которой предикатный символ **p20** нагружен смыслом аксиомы A20, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A21 \equiv **p21(X)**, в которой предикатный символ **p21** нагружен смыслом аксиомы A21, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

A22 \equiv **p22(X)**, в которой предикатный символ **p22** нагружен смыслом аксиомы A22, а предметная переменная X идентифицирует человека, о старении которого идет речь.

На основе аксиом A1 – A22 можно сформулировать такую целевую теорему:

Логическое произведение аксиом-посылок A1 – A22 обеспечивает адекватную логическую оценку заключительного целевого состояния процесса старения человека, о которой говорится в аксиоме A23:

$$A1 \wedge A2 \wedge \dots \wedge A21 \wedge A22 \Rightarrow A23.$$

Что в предикатной форме отражается так:

$$(\forall X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \Rightarrow p23(X)) \quad [1]$$

Понимание физического смысла логических операций применяемых при отражении физиологических явлений, например, в формуле [1], достигается путём соединения этой формулы при помощи операции импликации с одной из её интерпретаций, но полученных непременно путём натурального экспериментирования, обязательно с процессом старения того человека, для которого применяется формула [1]. В результате формальная логико-диалектическая модель процесса старения человека будет иметь такой вид:

$$\begin{aligned} & ((\forall X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \\ & \qquad \qquad \qquad \Rightarrow p23(X))) \Rightarrow \\ & ((\exists X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \\ & \qquad \qquad \qquad \Rightarrow p23(X))) \quad [2] \end{aligned}$$

Преобразование модели теоремы к каноническому виду

Если в формуле [2] выражение:

$$((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p21(X) \wedge p22(X)) \equiv F1(X))$$

заменить формулой $F1(X)$, то формула [2] примет такой вид:

$$(\forall X)(F1(X) \Rightarrow p23(X)) \Rightarrow (\exists X)(F1(X) \Rightarrow p23(X)) \quad [3]$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 формальных правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Два из них выглядят так:

$$\begin{aligned} (F1(X) \Rightarrow F2(X)) & \equiv (\neg F1(X) \vee F2(X)) \\ (F1(X) \Rightarrow F2(X)) & \equiv (F1(X) \wedge \neg F2(X)) \end{aligned}$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [3] на первом шаге примет такой вид:

$$(\forall X)(\neg F1(X) \vee p23(X)) \Rightarrow (\exists X)(\neg F1(X) \vee p23(X)) \quad [4].$$

А на следующем шаге [4] преобразуется в:

$$(\neg F1(X) \vee p23(X)) \wedge \neg (\neg F1(X) \vee p23(X)) \quad [5].$$

Доказательство теоремы

Формула [5] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов. Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методология автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.
Следовательно, теорема успешно доказана.

Литература

- 1 **Амосов Н. М.**, Преодоление старости, — «Будь здоров», Москва, 1996.
- 2 «Отечественные записки». № 3 (24) (2005). Старость как социальное явление, институт старости в России.
- 3 **Альманах «Геронтология и гериатрия»** (главный редактор – акад. РАМН В.Н. Шабалин). Москва. Все выпуски от 2006 г. до 2013 г.
- 4 Клаучек С.В., Лифанова Е.В. Физиология стареющего организма: Методическое пособие. – Изд. ВГМУ (Волгоградского государственного медицинского университета). 2007 г.
- 5 Кондратенко В.А. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. “Алефа”. 2010 г. - 267стр.
- 6 Л.К. Жункейра, Ж. Карнейро, Гистология. Москва: изд. Группа "ГЭОТАР-Медиа", 2009.- 573 с.
- 7 В.Х.Хавинсон, С.С. Коновалов. Избранные лекции по геронтологии. Санкт-Петербург: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2009.- 896 с.
- 8 Ленинджер А. Основы биохимии. Том 1-3. М.: Мир, 1985г.

Кондратенко В.А.

Математическая модель физиологического процесса обмена биологических веществ на уровне клеток в организме человека

Актуальность темы. Научным познанием диалектики функционирования и регуляции деятельности клеток, органов, систем, организма в целом и его (*организма*) взаимодействия с окружающей средой занимается наука, называемая нормальной физиологией. При этом структура организма человека и взаимодействующие в нем химические, физические и физиологические законы настолько сложны и многогранны, что в случае

отражения знаний по нормальной физиологии в формате традиционных вербальных текстов:

- во-первых, возникает необходимость в десятках тысяч страниц этих текстов;
- во-вторых, на таком необозримом пространстве страниц даже опытному естествоиспытателю невозможно овладеть целостной сущностью единовременно функционирующего полного множества физиологических процессов в организме человека;
- в-третьих, проблема овладения целостной сущностью множественных и одновременных явлений в организме человека в равной мере касается исчерпывающего познания:
 - ✓ поведенческих функций человека в окружающей среде,
 - ✓ функций его рассудочной деятельности в этой среде.

В случае же отражения знаний по нормальной физиологии в формате математической символики, как показывает опыт экспериментальной физики, функционально полный объем знаний по этой науке (нормальной физиологии) может быть представлен на количестве страниц в несколько тысяч раз меньшем, чем в случае представления этих знаний в вербальном формате. При этом, используемые в математических текстах символы (кроме логических операций и отношений), **называемые аксиомами**, несут на себе смысловую нагрузку физиологических понятий, определений, естественных законов физиологии, а также естественных законов физики и химии, действующих и взаимодействующих в физиологии.

К сожалению, по состоянию на текущий период в научных публикациях по нормальной физиологии еще не встречались корректные и адекватные математические модели, основывающиеся на представлении вербального описания жизнедеятельности физиологических процессов в биологии **в формате логических утверждений**, подчиняющихся законам грамматики (синтаксиса и семантики) языка исчисления высказываний и языка исчисления предикатов вместе взятых. Такой подход (на основе аксиом) обеспечивает корректный переход от вербальных текстов описания жизнедеятельности исследуемого физиологического процесса к текстам математической логики, которые не только сокращают объем описания в несколько тысяч раз, но и обеспечивают формальные методы анализа этих текстов на их истинностную корректность. Более того, в современных вербальных научных описаниях жизнедеятельности физиологических процессов в биологии по субъективным причинам, как правило, не отражены мотивации и движущие силы эволюционного развития исследуемых физиологических процессов. По сути, проигнорированы базовые законы диалектики (единства и борьбы противоположностей, перехода количественных изменений в качественные, отрицание отрицания), декларирующие культуру научного познания сущности природных явлений и их эволюционного развития. В том случае, когда в вербальных научных описаниях жизнедеятельности физиологических процессов законы диалектики присутствуют, они тоже должны быть преобразованы **в формат логических утверждений**.

Цель статьи. Заключается в представлении полученного автором высокоэффективного метода математического моделирования физиологических процессов, начиная с клеточного уровня и заканчивая уровнем организма человека в целом при его взаимодействии со средой обитания. Эффективность метода достигается его способностью одновременного обеспечения высокого качества математической модели по следующему набору критериев:

- математическая модель исследуемого физиологического процесса должна функционально полно отражать логические и диалектические взаимозависимости и

отношения между физическими переменными, исчерпывающе характеризующими каждое допустимое Природой динамическое состояние этого исследуемого физиологического процесса;

- физические переменные состояний в математической модели должны выражаться логическим типом для того, чтобы структура модели была стереотипной при решении любых целевых проблемных функциональных задач анализа исследуемых физиологических процессов;
- математическая модель должна обеспечивать решение любой целевой задачи анализа физиологических процессов исключительно аналитическим способом, не требуя привлечения никаких численных методов для решения этих задач;
- решение любой задачи анализа исследуемого физиологического процесса должно осуществляться с помощью единственного универсального алгоритма, например, алгоритма резолютивного вывода Робинсона;
- формула математической модели исследуемого физиологического процесса, предназначенная для решения любой целевой задачи анализа этого процесса, не должна занимать более половины страницы текста в шрифте Таймс Нью Роман № 12, что позволит держать в поле зрения целостную сущность исследуемого физиологического процесса;
- модель должна обеспечивать прогнозирование динамики изменения состояний исследуемого физиологического процесса в совокупности с контролем его устойчивости;
- модель должна обеспечивать возможность автоматического доказательства теорем (новых утверждений) о прогнозируемых состояниях исследуемых физиологических процессов;
- модель должна обеспечивать контроль истинности мышления решателя задачи при формулировании новых утверждений (теорем).

Задача статьи. На примере известных в нормальной физиологии результатов познания физиологических процессов клеточного уровня, в частности, процесса транспортирования органических и неорганических веществ через оболочку клетки, называемую мембраной, при клеточном метаболизме, продемонстрировать:

- во-первых, технологию создания авторской математической модели этого процесса;
- во-вторых, технологию решения одной из целевых задач анализа этого процесса.

Более чем очевидно, что исходные и известные в нормальной физиологии знания, которые необходимы для проектирования математической модели, должны быть приведены в контексте этой статьи и непременно в формате соответствующих аксиом.

Аксиомы транспортных средств, обслуживающих клеточный метаболизм в организме человека

Аксиома 1. *Физиология* — это научный стержень, на котором держатся все медицинские науки. Физиология — наука о механизмах функционирования и регуляции деятельности клеток, органов, систем, организма в целом и взаимодействия его с окружающей средой.

Аксиома 2. *Организм животного* — это открытая макромолекулярная, саморегулирующаяся, самовосстанавливающаяся и самовоспроизводящаяся с помощью непрерывного обмена веществ и энергии система, способная чувствовать, активно, целенаправленно передвигаться и адаптироваться в окружающей среде.

Аксиома 3. *Физиологическая система* — это наследственно закрепленная

совокупность органов и тканей, выполняющая определенную функцию. Число физиологических систем ограничено. К ним относятся:

покровная (кожа), нервная, эндокринная, иммунная, сердечно-сосудистая система, а также системы крови, дыхания, пищеварения, выделения, воспроизведения.

Аксиома 4. Функциональная система, согласно П. К. Анохину, — динамическая совокупность отдельных органов и физиологических систем, формирующаяся для достижения полезного для организма приспособительного результата.

Гомеостатические функциональные системы поддерживают оптимальные физиологические показатели, обеспечивающие жизнедеятельность организма в разных условиях.

Поведенческие функциональные системы обеспечивают достижение полезного результата в виде какой-то цели — удовлетворение биологических, социальных и бытовых потребностей, что, в свою очередь, способствует поддержанию показателей на оптимальном уровне. Их число огромно. Число органов и физиологических систем организма, входящих в те или иные функциональные системы, переменчиво. Например, для восстановления нормальной величины снизившегося артериального давления (АД) может оказаться достаточным учащение сердцебиений и сужения кровеносных сосудов с помощью нервной системы. Однако после существенного изменения АД для его восстановления до нормы формируется более сложная функциональная система, включающая не только сердечно-сосудистую и нервную системы, но и системы выделения (почки выделяют больше или меньше воды), эндокринную, системы крови и пищеварения — потребление воды.

Аксиома 5. Функция — специфическая деятельность клеток, органов и систем по обеспечению жизнедеятельности целого организма. Функцией сердца, например, является нагнетание крови в артериальную систему, функцией эндокринных желез — выработка гормонов, функцией желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) — обеспечение поступления питательных веществ в кровь, что достигается с помощью механической и химической обработки пищевых веществ и всасывания в кровь и лимфу продуктов их гидролиза. Некоторые органы и системы выполняют несколько функций. Так, главной функцией почек является выделение продуктов обмена и чужеродных веществ. Однако почки играют весьма важную роль и в обмене веществ, выработке биологически активных веществ (БАВ), в регуляции АД, рН внутренней среды организма, содержания ионов, осмотического давления.

Аксиома 6. Физиологический процесс — объединяет в себе реализацию физиологической системы, функциональной системы и отдельных функций.

Функциональность клеточной мембраны

Аксиома 7. Клеточная мембрана (оболочка клетки) представляет собой тонкую (6—10 нм) липопротеидную пластинку, содержание липидов в которой составляет около 40 %,

белков — около 60 %.

На внешней поверхности мембраны имеется небольшое количество (5—10 %) углеводов, молекулы которых соединены либо с белками (гликопротеиды), либо с липидами (гликолипиды) и образуют гликокаликс, структура и функции которого у разных клеток могут различаться.

Характеристика структурных элементов клеточной мембраны

Углеводы участвуют в рецепции БАВ, реакциях иммунитета.

Структурную основу клеточной мембраны (матрикс) составляет б и м о л е к у л я р н ы й с л о й ф о с ф о л и п и д о в. Фосфолипиды являются барьером для заряженных частиц и молекул водорастворимых веществ. Липиды обеспечивают высокое электрическое сопротивление мембраны клетки, например в нейронах — до 1000 Ом/см². Молекулы фосфолипидов мембраны состоят из двух частей, одна из которых несет заряд и гидрофильна, а другая, напротив, не заряжена и гидрофобна. Это определяет способность липидов самопроизвольно образовывать двухслойные мембранные структуры. В клеточной мембране заряженные гидрофильные участки молекул фосфолипидов от одних молекул направлены внутрь клетки, а от других — наружу клетки. В толще клеточной мембраны молекулы фосфолипидов взаимодействуют незаряженными гидрофобными участками (они «спрятаны» от внутриклеточной и внеклеточной воды). В липидном слое

клеточных мембран содержится много холестерина. Обмен липидов, в отличие от белков, происходит медленнее. Однако возбуждение, например, нейронов мозга приводит к уменьшению содержания в них липидов. В частности, после длительной умственной работы, при утомлении количество фосфолипидов в нейронах уменьшается (может быть, с этим связана хорошая память у лиц напряженного умственного труда). Состав мембранных липидов определяется средой обитания и характером питания. Так, увеличение растительных жиров в пищевом рационе поддерживает жидкое состояние липидов клеточных мембран и улучшает их функции. Избыток холестерина в мембранах увеличивает их микровязкость, ухудшает транспортные функции клеточной мембраны. Однако недостаток жирных кислот и холестерина в пище нарушает липидный состав и функции клеточных мембран.

Молекулы белков, встроенные в фосфолипидный матрикс клеточной мембраны, называют *интегральными*. Обновление белков мембраны происходит очень быстро — в течение 2—5 дней (срок их жизни). В клеточных мембранах встречаются тысячи различных белков, которые можно объединить в следующие основные классы: структурные белки, ферменты, переносчики, белки, образующие каналы, ионные насосы, специфические рецепторы. Один и тот же белок может быть рецептором, ферментом и насосом. **Каналы образованы белковыми молекулами, вкрапленными в липидный матрикс, они пронизывают мембрану.** Через эти каналы могут проходить полярные молекулы. Многие мембранные белки, как и фосфолипиды, состоят из двух частей — заряженной и незаряженной. Незаряженные участки белков погружены в липидный слой, не несущий заряда. Заряженные участки белков взаимодействуют с заряженными участками липидов, что является важным фактором, определяющим взаиморасположение структурных элементов клеточной мембраны и ее прочность. Большинство интегральных белков пронизывают липидный слой, прочно связаны с фосфолипидами и образуют каналы, обеспечивающие транспорт веществ через клеточную мембрану. Большая часть интегральных белков — гликопротеиды. Белки, прикрепленные к поверхности клеточной мембраны (в основном, к внутренней ее части), называют *периферическими*. Они, как правило, являются ферментами — это фосфатазы, ацетилхолинэстераза, протеинкиназы, аденилатциклаза. Некоторые интегральные белки также выполняют функцию ферментов, например АТФаза. Рецепторами и антигенами мембраны могут быть как интегральные, так и периферические белки. Белки, примыкающие к мембране с внутренней стороны, являются также составной частью цитоскелета, что обеспечивает клеточной мембране дополнительную прочность и эластичность.

Клеточные мембраны обладают избирательной проницаемостью: одни вещества они пропускают, другие — нет. В частности, мембрана легкопроницаема для жирорастворимых веществ, проникающих через липидный слой; большинство мембран пропускает воду. Анионы органических кислот не проходят через мембрану. Но имеются каналы, избирательно пропускающие ионы Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- . Степень проницаемости клеточной мембраны для разных ионов различна, что является главным фактором, обеспечивающим высокий электрический потенциал клеток возбудимых тканей.

Большинство клеток организма имеет отрицательный поверхностный заряд, который обеспечивается выступающей из мембраны клетки углеводной частью фосфолипидов, гликолипидов, гликопротеидов. Мембрана обладает текучестью: отдельные ее части могут перемещаться из одного участка к другому.

Функции клеточной мембраны весьма разнообразны.

Барьерная функция клеточной мембраны свойственна всем клеткам, но особую роль она играет у эпителиальной ткани, которая образует поверхности, отделяющие внутреннюю среду организма от внешней среды. Это относится также к легким и к ЖКТ. Клетки, образующие наружный слой эпителия, обычно соединены с помощью плотных контактов, которые ограничивают межклеточный перенос веществ. Барьерная функция клеточных мембран нарушается при многих патологических процессах (атеросклероз, гипоксия, интоксикация, раковое перерождение). Многие лекарственные вещества реализуют свое влияние посредством действия на мембрану, при повреждении последней эффекты лекарственных веществ могут изменяться.

Транспортная функция клеточной мембраны в совокупности с барьерной функцией формирует и тонко регулирует состав внутриклеточной среды. Транспорт частиц и воды (перенос их через биологические мембраны, внутри клеток, через стенки сосудов, протоков, канальцев, внутри сосудов и канальцев) является жизненно важным для организма процессом. Он обеспечивает: 1) поступление веществ в клетку и из клетки, в том

числе и секретов (гормонов, ферментов, других БАВ) и стабилизацию физико-химических показателей внутренней среды клетки (осмотическое давление, рН);

1) поступление через ЖКТ в кровь, лимфу и в каждую клетку организма различных веществ, необходимых для синтеза клеточных структур и выработки энергии; 3) создание электрических зарядов клеток, возникновение и распространение возбуждения; 4) сократительную деятельность мышечной ткани; 5) выделение продуктов обмена в окружающую среду (почки, легкие, ЖКТ, кожа).

Рецепторная функция — восприятие изменений внешней и внутренней среды организма с помощью специальных структур — рецепторов, обеспечивающих распознавание различных раздражителей и реагирование на них клеток. Рецепторы клеточной мембраны обладают специфической чувствительностью к различным химическим и физическим агентам, в том числе медиаторам, гормонам, антигенам. Многие фармакологические препараты реализуют свое влияние посредством циторекцепторов. Рецепторами на поверхности клеток могут служить гликопротеиды и гликолипиды мембран. Они отвечают за взаимное распознавание клеток, развитие иммунитета.

Клеточная мембрана обеспечивает создание электрического заряда и возникновение потенциала действия (ПД) в возбудимых тканях (возбуждения) и проведение его. Электрический заряд имеют все живые клетки. Величина его весьма переменна (чаще — 60—90 мВ). Заряд эритроцита, например, +35 мВ. Однако ПД генерируют клетки только нервной и мышечной ткани. Распространение возбуждения обеспечивает быструю связь возбудимых клеток между собой, а также посылку эфферентного сигнала от нервной клетки к эффекторной (исполнительной) и получение обратных (афферентных) импульсов от нее.

Клеточная мембрана вырабатывает БАВ — тромбоксаны, лейкотриены, простагландины и др.

Расход энергии в организме на транспорт веществ в одних случаях осуществляется непосредственно, в других — опосредованно. Если энергия расходуется непосредственно на перенос частиц, то такой транспорт следует называть *первично-активным* (*первичный транспорт*). Если же на транспорт частиц расходуется ранее запасенная энергия, например концентрационный потенциал, то такой транспорт следует называть *вторично-активным* (*вторичный транспорт*).

Транспортные средства, обслуживающие клеточный метаболизм

Аксиома 8. В состав транспортных средств, обслуживающих клеточный метаболизм входят: ионные каналы, ионные насосы, транслоказы, транспортёры, а также **микровезикулярный транспорт**, обеспечивающий прохождение через мембрану химических веществ с полимерными молекулами и даже частицами питательных веществ (Эндоцитоз, Экзоцитоз, Трансцитоз).

Характерным примером транспортёров являются мембранные ферменты, называемые АТФазами.

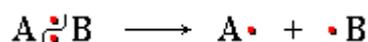
Аксиома 9. Концептуальной основой **функционирования** ионных каналов, ионных насосов, транслоказ и ферментов — транспортёров является **протолитическая (протонная) теория химических реакций кислотно-основного взаимодействия**, предложенная в 1923 году независимо друг от друга датским учёным Й. Брэнстедом и английским учёным Т. Лаури.

Сущность химических реакций кислотно-основного взаимодействия заключается:

- ✓ **Во-первых**, в передаче протона от кислоты к основанию. При этом кислота, передав протон основанию, сама становится основанием, так как может снова присоединять протон, а основание, образуя протонированную частицу, становится кислотой. Например, вода при взаимодействии с сильными кислотами является основанием: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+$, а реагируя с аммиаком, становится кислотой: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$.

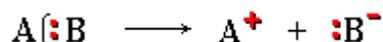
- ✓ **Во-вторых**, в неперменной электролитической диссоциации — процессе распада электролита (смеси кислоты и основания) на ионы при его растворении или плавлении.
- ✓ **В-третьих**, в факте существования в Природе всего пяти типов органических реакций: замещения, присоединения, отщепления, перегруппировки и окислительно-восстановительного типа.
- ✓ **В-четвертых**, в факте протекания указанных пяти типов реакций всего лишь по двум механизмам, различающимся способом разрыва ковалентной связи:

1. Разрыв связи, при котором каждый атом получает по одному электрону из общей пары, называется *гомолитическим*:



В результате гомолитического разрыва образуются сходные по электронному строению частицы, каждая из которых имеет неспаренный электрон. Такие частицы называются *свободными радикалами*.

2. Если при разрыве связи общая электронная пара остается у одного атома, то такой разрыв называется *гетеролитическим*:



В результате образуются разноименно заряженные ионы - *катион* и *анион*. Если заряд иона сосредоточен на атоме углерода, то катион называют *карбокатионом*, а анион - *карбанионом*.

- ✓ **В-пятых**, в факте существования всего лишь двух типов атакующих реагентов, взаимодействующих с субстратом: нуклеофильных и электрофильных. Нуклеофильные реагенты отдают электронную пару субстрату; электрофильные реагенты принимают электронную пару от субстрата. Карбакатионы обладают электрофильными свойствами, карбанионы – нуклеофильными.

Аксиома 10. В ионных каналах транспортировка ионов осуществляется за счет возрастания величины потенциала по вектору градиента электростатического поля в канале.

Аксиома 11. Если транспортировка ионов на внешнюю и внутреннюю поверхности мембраны в процессе химической реакции кислотно-основного взаимодействия осуществляется за счет энергии ферментов, участвующих в этой реакции (как например, в случае функционирования ферментов – транспортёров), **то ионные каналы называют ионными насосами.**

Аксиома 12. Одно и то же вещество в зависимости от условий взаимодействия может быть **как кислотой, так и основанием (амфотерность).** Например, все аминокислоты – **амфотерные соединения**, они могут проявлять как кислотные свойства, обусловленные наличием в их молекулах карбоксильной группы —**COOH**, так и основные свойства, обусловленные аминогруппой —**NH₂**. Поэтому по теории Бренстеда эти вещества могут как отдавать протон, выступая кислотами, так и принимать протон, выступая основаниями. В определенных условиях они могут существовать в виде биполярного иона.

Транспортные структуры мембраны и ферменты, обеспечивающие транспортные функции мембран.

Аксиома 13. *Транспортные структуры мембраны - это специальные белковые структуры, встроенные в мембрану и обеспечивающие трансмембранный транспорт, т.е. перенос веществ через мембрану.*

Аксиома 14. Многие вещества могут проходить сквозь клеточную мембрану самостоятельно, за счёт *простой диффузии*. Они "автоматически" перемещаются из зоны своей повышенной концентрации в зону пониженной концентрации, т.к. стремятся уравнивать свою концентрацию по обе стороны мембраны. Так обычно ведут себя все вещества в растворах: они стремятся равномерно распределиться по всему объёму жидкости, пытаясь преодолеть разделяющую раствор на отсеки преграду. В принципе, любая молекула может пройти через липидный бислой клеточной мембраны, потому что составляющие его молекулы липидов сохраняют некоторую подвижность относительно друг друга и могут временами раздвигаться в стороны, пропуская различные вещества. Однако скорость такой *пассивной диффузии*, т.е. перехода вещества через мембрану из области с большей концентрацией в область с меньшей концентрацией, может сильно различаться для разных веществ. Для многих веществ диффузия занимает столь длительное время, что можно говорить о практической непроницаемости для них мембраны. Скорость диффузии различных веществ через мембрану зависит главным образом от размера их молекул, электрического заряда (полярности) и их относительной растворимости в жирах. *Легче и лучше всего через мембрану пассивно проникают жирорастворимые неполярные мелкие молекулы.* Так, легче всего с помощью *простой диффузией* проходят через мембрану *малые неполярные молекулы*, такие как O_2 , стероиды, тиреоидные гормоны, а также жирные кислоты. Несколько медленнее диффундируют через липидный слой *малые полярные незаряженные молекулы*: CO_2 , NH_3 , H_2O , этанол, мочевины. Диффузия глицерола идёт уже значительно медленнее, а глюкоза практически не способна самостоятельно пройти через мембрану. *Для всех заряженных молекул, независимо от размера, липидная мембрана практически непроницаема.* **Аксиома 15.** Таким образом, свободно проникать сквозь мембрану в клетку и обратно могут только *жирорастворимые вещества*, способные растворяться в жировом (липидном) слое мембраны.

Аксиома 16. Транспорт других веществ через мембрану требует особых механизмов. Какие же вещества необходимо протаскивать через мембрану «насиленно»? Это все полярные молекулы, не растворимые в жирах: молекулы воды, ионы (электролиты), а также более крупные молекулы питательных веществ, таких как глюкоза и аминокислоты. Для транспорта в клетку веществ, слабо способных к диффузии через липидный слой мембраны, необходимы *специальные транспортные структуры*.

Виды транспортных структур

Аксиома 17. *Ионные каналы (ИК) - это сложные трансмембранные белковые структуры, пронизывающие клеточную мембрану поперёк в виде нескольких петель и образующие в мембране сквозное отверстие (пору). Канальные белки состоят из субъединиц, образующих структуру со сложной пространственной конфигурацией, в которой кроме поры обычно имеются дополнительные молекулярные системы: открытия, закрытия, избирательности, инактивации, рецепции и регуляции. ИК могут иметь не один, а несколько участков (сайтов) для связывания с управляющими веществами (лигандами).* Ионные каналы можно рассматривать как *транспортный механизм*, обеспечивающий перемещение ионов между цитоплазмной клетки и наружной средой.

Например, обмен клетки с окружающей средой ионами K^+ , Na^+ , H^+ , Ca^{2+} , Cl^- , а также водой, и способный изменять свою проницаемость.

Аксиома 18. Аквапорины - водные не ионные каналы мембраны.

В мембране существуют и не ионные каналы. Например, *аквапорины* — это специальные *водные каналы*, пропускающие через себя воду. Это тоже *мембранные* каналы, хотя их формально нельзя назвать "ионными каналами". Пространственная структура канального белка-аквапорина представляет собой цилиндрический канал, по которому движутся молекулы воды. Через него проходит вода и только вода, но не ионы. Аминокислоты в этом белке расположены таким образом, что полярность создаваемого ими электростатического поля переключается в центре канала на обратную. Поэтому молекулы воды, дойдя до середины канала, переворачиваются так, что их дипольные моменты в верхней и нижней части канала оказываются направленными в противоположные стороны. Такое переориентирование предотвращает просачивание через канал заряженных ионов. Аквапорин не пропускает даже ионы гидроксония H_3O^+ (то есть гидратированные протоны, или ионы водорода), от концентрации которых зависит кислотность среды. При этом клеточный мембранный "водопровод" обладает потрясающей пропускной способностью: он пропускает до миллиарда молекул воды в секунду. Сейчас известно уже около 200 разновидностей белков водных каналов у растений и животных, в том числе 11 - у человека. Благодаря аквапоринам клетки не только регулируют свой объём и внутреннее давление, но и выполняют такие важные функции, как всасывание воды в почках животных и корешках растений.

Аксиома 19. Транслоказы, - специальные мембранные белки, облегчающие переход вещества через мембрану за счёт своего временного связывания с диффундирующим веществом. Не требуют энергии, работают в обоих направлениях в зависимости от концентрации переносимого вещества.

Аксиома 20. Транспортёры - белковые структуры, насильно протаскивающие определённые вещества сквозь клеточную мембрану в определённом направлении с затратами энергии. *Ионные насосы* - это транспортёры ионов. По способу использования энергии для своей работы транспортёры можно разделить на "симпортные" и "антипортные". **Симпортные транспортёры** используют совместный транспорт в одном направлении двух веществ: одно из них должно иметь большую потенциальную энергию для движения через мембрану. Например, симпорт в клетку с помощью ионов натрия глюкозы, или симпорт ионов кальция с помощью ионов натрия. **Антипортные транспортёры (обменники)** используют встречный транспорт двух веществ с разной потенциальной энергией диффузии. Так работает, например, натрий-калиевый ионный насос.

Итак, перенос веществ через клеточную мембрану происходит различными путями.

Механизмы транспорта веществ через мембрану

Аксиома 21. Простая диффузия жирорастворимых (гидрофобных) веществ через жировой слой мембраны. Это пассивный процесс под действием перепада концентрации вещества по разные стороны мембраны.

Аксиома 22. Неуправляемая диффузия (неуправляемый пассивный перенос) водорастворимых веществ через постоянно открытые ионные каналы мембраны.

Аксиома 23. Управляемая диффузия (управляемый пассивный перенос) водорастворимых веществ через управляемые ионные каналы мембраны.

Аксиома 24. Активный транспорт водорастворимых веществ с помощью специальных белковых транспортных структур (*транспортёров*) за счёт использования энергии расщепления АТФ. Транспортёрами мембраны выступают ферменты, называемые АТФазами. Одна из самых главных транспортных структур мембраны — это *фермент АТФаза* (произносится как "а\тэ\эф\аза"). АТФазы разных видов транспортируют через мембрану ионы. Они переносят их как внутрь клетки, так и, наоборот, наружу. **Название АТФаза означает, что это фермент, нацеленный на расщепление АТФ, его полное название - аденозинтрифосфатаза.** Однако АТФаза существует не в единственном варианте. В настоящее время уже обнаружено множество различных видов транспортных АТФаз. Они схожи между собой по строению и механизму действия, но имеют разную специализацию, т.е. каждый их вид перетаскивает через мембрану что-то своё. В настоящее время достаточно хорошо изучены Na^+/K^+ -АТФаза, Ca^{2+} -АТФаза, H^+ -АТФаза, H^+, K^+ -АТФаза, Mg^{2+} -АТФаза, которые обеспечивают перемещение соответственно ионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , H^+ , Mg^{2+} изолированно или сопряжённо: например, Na^+ сопряжённо с K^+ ; H^+ сопряжённо с K^+ .

Аксиома 25. Принцип работы АТФазы

Эти ферменты *расщепляют АТФ* и высвобождают химическую энергию, заключённую в молекулах АТФ. Эта освобождённая энергия тратится тут же на какую-то полезную работу. Транспортные мембранные АТФазы тратят её на доставку определённого вещества на противоположную сторону мембраны «силой». Различные АТФазы, встроенные в мембрану, выполняет функцию переносчиков для различных веществ и являются, таким образом, молекулярными транспортёрами, «насильно» переносящими вещества сквозь мембрану. Такой перенос называется *активным транспортом*. Самой главной мембранной АТФазой по праву можно считать **Na, K-АТФазу** (*натрий-калиевую аденозинтрифосфатазу*). По своей структуре она является представителем гетеродимерных АТФаз Р-типа. Na, K-АТФаза образует в мембране «**ионный натрий-калиевый насос**», который разносит по разные стороны мембраны ионы Na^+ и K^+ . Важно понять, что этот насос работает как *обменник*. На внутренней стороне мембраны активный центр фермента (АТФазы) захватывает 3 иона натрия и выбрасывает их уже на внешней стороне. А выбросив ионы натрия наружу, АТФаза на их место захватывает снаружи 2 иона калия. Затем фермент выворачивается внутрь клетки и перемещает ионы калия на внутреннюю сторону мембраны. Там он отпускает их, а вместо них опять захватывает 3 иона натрия. При этом следует помнить, что, как истинный фермент, Na, K-АТФаза параллельно расщепляет АТФ, получая от этого энергию на свою транспортную деятельность. Далее цикл повторяется.

Примеры видов транспортных АТФаз функционирующих в животных и растительных организмах

H, K-АТФазы обеспечивают секрецию соляной кислоты клетками желудка. Они перемещают на наружную сторону мембраны ионы водорода, которые создают кислую среду в желудке. Этот транспорт тоже работает по принципу обменника, т.к. меняет внутриклеточные ионы водорода на внеклеточные ионы калия.

H-АТФаза растений обеспечивает поглощение из почвы солей корнями растений. Принцип действия тот же: обмен одних ионов на другие за счёт энергии, полученной из АТФ. Из клеток корня в почву выделяются ионы водорода H^+ , а на их место в клетку переносятся ионы солей.

Протонная АТФаза грибка *Neurospora crassa* состоит из 920 аминокислот (источник: Hager et al. 1986).

Са-АТФаза саркоплазматического ретикулюма в мышечных клетках обеспечивает транспорт кальция из цитоплазмы мышечных клеток во внутриклеточные цистерны для депонирования (запасания) кальция.

Выводы

Специальные транспортные ферменты АТФазы, встроенные в клеточную мембрану, работают как транспортёры для различных веществ. Они насильно переносят вещества в клетку и из клетки. При этом АТФазы получают на свой активный транспорт энергию за счёт расщепления АТФ. Активный транспорт веществ через мембрану клетки - это *насильственный* перенос вещества *с затратой энергии*. Он возможен даже *против градиента электростатического поля в канале*.

Аксиома 26.

Транспортёры глюкозы

Глюкозные транспортёры - это белки, переносящие глюкозу через мембрану. Их называют белками-переносчиками, а также рецепторами глюкозы. Эти белки образуют гидрофильные трансмембранные каналы. Глюкозные транспортёры делятся на две группы:

1. Na^+ -глюкозные котранспортёры (симпортёры). Эти транспортёры занимаются активным транспортом глюкозы с помощью ионов Na^+ и их работа зависит от степени концентрации натрия. Они работают только в почечных канальцах и кишечнике, обеспечивая всасывание глюкозы против градиента электростатического поля в этих канальцах.

2. Транспортные белки семейства ГЛЮТ. Они отличаются от сходных по функции белков, транспортирующих глюкозу через мембрану в кишечнике и почках, и обеспечивают облегчённую диффузию, а не активный транспорт. Белки ГЛЮТ обнаружены во всех тканях и их существует несколько разновидностей.

Все 5 типов ГЛЮТ имеют сходную первичную структуру и доменную организацию.

- ГЛЮТ-1 (эритроцитарный тип) обеспечивает стабильный поток глюкозы в глиальные клетки мозга.
- ГЛЮТ-2 (печёночный тип) обнаружен в клетках органов, выделяющих глюкозу в кровь. Именно при участии ГЛЮТ-2 глюкоза переходит в кровь из энтероцитов и печени. ГЛЮТ-2 участвует в транспорте глюкозы в β -клетки поджелудочной железы. В то же время ГЛЮТ-2 обеспечивает проникновение глюкозы из крови в клетки печени (гепатоциты) по механизму облегчённой диффузии. Там глюкоза превращается в активное вещество глюкозо-6-фосфат, участвующее в обмене углеводов, жиров и в энергообмене.
- ГЛЮТ-3 (мозговой тип) обладает большим, чем ГЛЮТ-1, сродством к глюкозе. Он также обеспечивает постоянный приток глюкозы к клеткам нервной и других тканей.
- ГЛЮТ-4 (мышечно-жировой тип) - главный переносчик глюкозы в клетки мышц и жировой ткани. Это единственный переносчик, регулируемый инсулином, поэтому мышцы и жировую ткань называют инсулинзависимыми тканями.
- ГЛЮТ-5 (кишечный тип) встречается, главным образом, в клетках тонкого кишечника.

Аксиома 27. Микровезикулярный транспорт обеспечивает перенос крупномолекулярных веществ в клетку или из клетки (полисахариды, белки, нуклеиновые кислоты), которые не могут транспортироваться по каналам или с помощью насосов. Имеется три вида этого транспорта.

Аксиома 28. Эндоцитоз — перенос веществ в клетку. Различают два типа эндоцитоза: *фагоцитоз* — поглощение твердых частиц и *пиноцитоз* — поглощение жидкого материала (суспензия, коллоидный раствор, в том числе и белков).

Эндоцитоз характерен для синапса — обратное захватывание медиатора в пресинаптическое окончание, для всасывания веществ в ЖКТ, для амебоидных простейших и многих других клеток, таких как лейкоциты, клетки зародыша, клетки печени и некоторые клетки почек, участвующие в водно-солевом обмене, в обмене белков: они обеспечивают пиноцитоз белков из первичной мочи в клетки проксимальных канальцев и их лизис. С помощью пиноцитоза новорожденные получают с молоком матери иммуноглобулины, которые через энтероциты попадают в кровь ребенка и выполняют свои защитные функции.

При эндоцитозе клеточная мембрана образует впячивания или выросты внутрь клетки, которые, отшнуровываясь, превращаются в пузырьки. Последние затем обычно сливаются с лизосомами, в которых содержимое подвергается гидролизу — внутриклеточному перевариванию. Продукты гидролиза используются клеткой.

Аксиома 29. Экзоцитоз — транспорт веществ из клетки: из секреторных клеток путем экзоцитоза выводится их жидкий секрет (слизь, гормоны, ферменты), из гепатоцитов — альбумины, из пресинаптических окончаний — медиатор, из пищеварительных вакуолей — оставшиеся непереваренные частицы. *В процессе экзоцитоза пузырьки образуются в аппарате Гольджи.* Низкомолекулярные вещества (медиаторы, некоторые гормоны) попадают в везикулы преимущественно с помощью вторичного транспорта. В пузырьки упаковываются белки, образовавшиеся в рибосомах эндоплазматического ретикула. Пузырьки транспортируются сократительным аппаратом клетки, состоящим из нитей актина, миозина и микротрубочек, к клеточной мембране, сливаются с ней, и содержимое клеток выделяется во внеклеточную среду. Процесс слияния везикул с клеточной мембраной активируется фосфолипидом лизолецитином и внутриклеточным Ca^{2+} . Например, поступление Ca^{2+} в нервное окончание обеспечивает выделение медиатора через пресинаптическую мембрану в синаптическую щель. Энергия АТФ расходуется на деятельность сократительного аппарата клетки.

В процессе взаимодействия эндо- и экзоцитоза происходит самообновление клеточной мембраны (кругооборот, рециркуляция): в течение каждого часа в процессе эндоцитоза в разных клетках используется от 3 до 100 % клеточной оболочки, но с такой же скоростью происходит ее восстановление в результате экзоцитоза (мембранный конвейер).

Аксиома 30. Трансцитоз — совокупность эндоцитоза и экзоцитоза (перенос частиц через клетку, например, молекул белка в виде везикул — через эндотелиальную клетку капилляров на другую ее сторону). При этом пузырьки могут сливаться друг с другом, образуя каналы, пересекающие всю клетку. В результате трансцитоза материал проходит через всю клетку — с одной ее стороны на другую. В этом случае эндоцитозные пузырьки не взаимодействуют с лизосомами.

Аксиома 31. Действует нормативный режим функционирования транспортных функций клеточного метаболизма.

Математическая модель физиологического процесса обмена биологических веществ на уровне клеток

Если аксиомы А1 – А30 и их причинно-следственные отношения между собой и аксиомой А31, отражающей одну из целей моделирования сознания, описать формальным языком логики предикатов первого порядка, то и получится желанная логико-диалектическая модель жизнедеятельности исследуемого физиологического процесса. Так как эта модель покрывает всю функциональность процесса, то с её (модели) помощью можно отражать

любые цели познания жизнедеятельности этого процесса, путём замены аксиомы, отражающей эту одну из целей познания.

Приступим к процессу описания формальным языком логики предикатов первого порядка жизнедеятельности процесса, отраженной (жизнедеятельности) в контексте статьи с помощью аксиоматического текста $A1 - A30$.

Заменим аксиому A_z логической функцией, носящей название предиката:

$A1 \equiv p1(X)$, в которой предикатный символ $p1$ нагружен смыслом аксиомы $A1$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A2 \equiv p2(X)$, в которой предикатный символ $p2$ нагружен смыслом аксиомы $A2$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A3 \equiv p3(X)$, в которой предикатный символ $p3$ нагружен смыслом аксиомы $A3$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A4 \equiv p4(X)$, в которой предикатный символ $p4$ нагружен смыслом аксиомы $A4$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A5 \equiv p5(X)$, в которой предикатный символ $p5$ нагружен смыслом аксиомы $A5$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A6 \equiv p6(X)$, в которой предикатный символ $p6$ нагружен смыслом аксиомы $A6$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A7 \equiv p7(X)$, в которой предикатный символ $p7$ нагружен смыслом аксиомы $A7$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A8 \equiv p8(X)$, в которой предикатный символ $p8$ нагружен смыслом аксиомы $A8$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A9 \equiv p9(X)$, в которой предикатный символ $p9$ нагружен смыслом аксиомы $A9$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A10 \equiv p10(X)$, в которой предикатный символ $p10$ нагружен смыслом аксиомы $A10$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A11 \equiv p11(X)$, в которой предикатный символ $p11$ нагружен смыслом аксиомы $A11$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A12 \equiv p12(X)$, в которой предикатный символ $p12$ нагружен смыслом аксиомы $A12$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A13 \equiv p13(X)$, в которой предикатный символ $p13$ нагружен смыслом аксиомы $A13$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A14 \equiv p14(X)$, в которой предикатный символ $p14$ нагружен смыслом аксиомы $A14$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A15 \equiv p15(X)$, в которой предикатный символ $p15$ нагружен смыслом аксиомы $A15$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A16 \equiv p16(X)$, в которой предикатный символ $p16$ нагружен смыслом аксиомы $A16$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A17 \equiv p17(X)$, в которой предикатный символ $p17$ нагружен смыслом аксиомы $A17$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A18 \equiv p18(X)$, в которой предикатный символ $p18$ нагружен смыслом аксиомы $A18$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A19 \equiv p19(X)$, в которой предикатный символ $p19$ нагружен смыслом аксиомы $A19$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A20 \equiv p20(X)$, в которой предикатный символ $p20$ нагружен смыслом аксиомы $A20$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

$A21 \equiv p21(X)$, в которой предикатный символ $p21$ нагружен смыслом аксиомы $A21$, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A22 \equiv **p22(X)**, в которой предикатный символ **p22** нагружен смыслом аксиомы A22, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A23 \equiv **p23(X)**, в которой предикатный символ **p23** нагружен смыслом аксиомы A23, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A24 \equiv **p24(X)**, в которой предикатный символ **p24** нагружен смыслом аксиомы A24, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A25 \equiv **p25(X)**, в которой предикатный символ **p25** нагружен смыслом аксиомы A25, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A26 \equiv **p26(X)**, в которой предикатный символ **p26** нагружен смыслом аксиомы A26, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A27 \equiv **p27(X)**, в которой предикатный символ **p27** нагружен смыслом аксиомы A27, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A28 \equiv **p28(X)**, в которой предикатный символ **p28** нагружен смыслом аксиомы A28, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A29 \equiv **p29(X)**, в которой предикатный символ **p29** нагружен смыслом аксиомы A29, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A30 \equiv **p30(X)**, в которой предикатный символ **p30** нагружен смыслом аксиомы A30, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

A31 \equiv **p31(X)**, в которой предикатный символ **p31** нагружен смыслом аксиомы A31, а предметная переменная X идентифицирует человека, о процессе которого идет речь.

На основе аксиом A1 – A31 можно сформулировать такую целевую теорему:

Теорема. Так как только функционально полное множество элементарных транспортных функций, обслуживающих клеточный метаболизм (знания о которых отражены в аксиомах №№ 1 – 30), способно обеспечить нормальную жизнедеятельность физиологического процесса обмена биологических веществ на уровне клеток, то логическое произведение аксиом-посылок A1 – A30, обеспечивает нормативный режим функционирования транспортных функций клеточного метаболизма A31:

$$A1 \wedge A2 \wedge \dots \wedge A15 \wedge \dots \wedge A30 \Rightarrow A31.$$

Что в предикатной форме отражается так:

$$(\forall X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p15(X) \wedge \dots \wedge p30(X)) \Rightarrow p31(X)) \quad [1]$$

Соединение этой формулы при помощи операции импликации с одной из её интерпретаций, истинность которой (интерпретации) непременно подтверждена путём натурального экспериментирования с человеком, для которого применяется формула [1], порождает новую формулу, пригодную для корректного прогнозирования эволюционного развития физиологического процесса обмена биологических веществ на уровне клеток:

$$((\forall X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p15(X) \wedge \dots \wedge p30(X)) \Rightarrow p31(X))) \Rightarrow$$

$$((\exists X) ((p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p15(X) \wedge \dots \wedge p30(X)) \Rightarrow p31(X))) \quad [2]$$

Преобразование модели теоремы к каноническому виду

Если в формуле [2] выражение:

$$(p1(X) \wedge p2(X) \wedge \dots \wedge p15(X) \wedge \dots \wedge p30(X)) \equiv F1(X)$$

заменить формулой $F1(X)$, то формула [2] примет такой вид:

$$(\forall X)(F1(X) \Rightarrow p31(X)) \Rightarrow (\exists X)(F1(X) \Rightarrow p31(X)) \quad [3]$$

В теории автоматического доказательства теорем с целью приведения логических формул к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции к каноническому формату, содержащему только аксиомы и три логических операции (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания) определены и доказаны 27 формальных правил эквивалентных преобразований формул логики предикатов первого порядка.

Два из них выглядят так:

$$\begin{aligned} (F1(X) \Rightarrow F2(X)) &\equiv (\neg F1(X) \vee F2(X)) \\ (F1(X) \Rightarrow F2(X)) &\equiv (F1(X) \wedge \neg F2(X)) \end{aligned}$$

Одно из правил устанавливает

$$\neg \exists \equiv \forall$$

Одно из правил предписывает освободить формулу от всех кванторов общности, если в формуле других кванторов нет.

Если воспользоваться этими четырьмя последними правилами, то формула [3] на первом шаге примет такой вид:

$$(\forall X)(\neg F1(X) \vee p31(X)) \Rightarrow (\exists X)(\neg F1(X) \vee p31(X)) \quad [4].$$

А на следующем шаге [4] преобразуется в:

$$(\neg F1(X) \vee p31(X)) \wedge \neg(\neg F1(X) \vee p31(X)) \quad [5].$$

Доказательство теоремы

Формула [5] представляет собой конъюнкцию всего двух контрарных компонентов.

Что свидетельствует о её противоречивости, но также свидетельствует об **истинности теоремы в целом**, так как методология автоматического доказательства теорем основана на выводе противоречивости формулы теоремы в целом.

Следовательно, теорема успешно доказана.

Литература

1. Агаджанян Н. А., Смирнов В. М. А23 Нормальная физиология: Учебник для студентов медицинских вузов. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2009. — 520 с.
2. Кондратенко В.А. Создание единого стереотипа логической конструкции мышления для содержательного и формального доказательства теорем. Киев. «Алефа». 2010 г. - 267стр.

- 198 -

Научное издание

Кондратенко Виктория Александровна

Живая материя в образе формальных моделей
(От физиологической наследственности до интеллекта с его активами)
Сборник статей.

Дизайн обложки и верстка
Т. В. Бондарчук

ПВП «Задруга»
Регистрационное свидетельство ДК № 1787 от 18.05.2004 г.
02218, Киев, ул. Радужная, 35, к. 28
e-mail:zadruga@i.com.ua

Подписано в печать: 10.09.2014 г. Формат 84x108/32.
Бумага офс. Печать офсетная. Гарнитура Таймс. Усл.-печ. л. 9,45. Уч.-изд. л. 11,45.
Тираж 500 экз.

Кондратенко В.А.
К64 Живая материя в образе формальных моделей (От физиологической наследственности до интеллекта с его активами): Сборник статей / В.А. Кондратенко. – К.: Задруга, 2014. – 180 с.

ББК 65в6