

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ СИСТЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ

Ефименко С.В.

Санкт-Петербургский государственный горный университет
Факультет приборостроения, информационных и электронных систем
Кафедра системного анализа и управления инновациями

Аннотация

В статье изложены методологические аспекты исследования процесса формирования фенотипической адаптации человеческого организма на основе применения концептуальных системных моделей.

Ключевые слова

Сложная система, модель, фенотипическая адаптация, резистентность.

Abstract

Article describes the methodological aspects of the study of adaptation of the human body based on the conceptual system models.

Keywords

Model of complex system, adaptation, phenotypic resistance.

Вступление

При всеобщем понимании необходимости системного подхода, в оценке целостных и разрозненных функций живого организма («Главные проблемы биологии ... связаны с системами и их организацией во времени и пространстве» – Н. Винер, 1964; «...поиски «системы», как более высокого и общего, для многих явлений принципа функционирования могут дать значительно больше, чем только одни аналитические методы, при изучении частных процессов» – П.К. Анохин, 1978) ...до настоящего времени нет единства в трактовке определения системности у различных авторов [В.В. Парин, Р.М. Баевский, 1966; В.А. Шидловский, 1978, 1982; Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова, 1988; В.Н. Платонов, 1988, 1997; и др.].

Попытки соблюсти принципы системности в настоящее время, приобрели различные формы:

А. Количественно-кибернетический «системный» подход, рассматривающий биологические системы с позиций теории управления и широко использующий математическое моделирование физиологических функций в попытках выявления общих закономерностей.

Б. Иерархический «системный» (или «системно-структурный») подход, рассматривающий процессы взаимодействия отдельных частей в организме в плане их усложнения: от молекул – к клеткам, от клеток – к тканям, от тканей к органам и т. д.

В. Анатомо-физиологический «системный» подход, отражающий объединение органов по их физиологическим функциям: «сердечно-сосудистая система», «пищеварительная система», «нервная система» и проч. [П.К. Анохин, 1978; К.В. Судаков, 1987].

Одна из приоритетных задач в прикладной физиологической науке – **создание целостной теории формирования фенотипической адаптации.** Зафиксировано множество попыток создания теории биологических систем. Коллективом авторов из NASA было даже предложено создать специальную науку о «биологических системах» («Biological Systems Science», 1971). До настоящего времени в науке наблюдается отсутствие адекватной модели сложной функциональной системы, теоретического обоснования морфофункциональных перестроек. В этой работе анализируются механизмы возникновения функциональных и иммунных расстройств, в контексте практического применения средств и методов повышения устойчивости организма человека в человеко-машинных системах к повреждающим воздействиям стресса.

Часть 1. Новый подход в решении проблем резистентности

Базой для изучения особенностей реагирования человеческого организма на средовые изменения в исследовании, является исключительно общая теория развития человеческого организма с теорией адаптации, в качестве ее неотъем-

лемой составляющей. «Функциональная система позволяет осуществлять исследование в любом заданном участке целого с помощью любых методов. Но эти исследования находятся в тесном единстве благодаря функциональной системе, показывающей, где и как ведутся данные исследования» [П. К. Анохин, 1978]. При этом, «... законы адаптации человеческого организма, с учетом его генотипических и фенотипических особенностей являются определяющими в процессах формирования тех или иных результатов любой деятельности человека... [С.Е. Павлов, Т.Н. Кузнецова, 1998; С.Е. Павлов, 1999; С.Е. Павлов, 2000]. Следует иметь в виду, что процесс адаптации протекает иначе [С.Е. Павлов, 2000], чем это представлено в трудах Г. Селье (1936, 1952, 1960 и др.), Ф.З. Меерсона (1981), Ф.З. Меерсона, М.Г. Пшенниковой (1988), В.Н. Платонова (1988, 1997) и их многочисленных соратников и последователей. Создание концепции адаптации функциональной системы – серьезная и противоречивая задача, решение которой позволяет определить основные принципы и пути управления этим процессом.

Цель исследования

Идентифицировать закономерности протекания биологических процессов в организме человека, с позиции сложной системы, в ходе формирования фенотипической адаптации, как ответной реакции на воздействие стресс-факторов.

Задачи

Построить функциональную модель организма, теоретически обосновав проявление биологических закономерностей, в ходе процессов адаптации, формировании механизмов морфофункциональной перестройки биоструктур.

Вместе с тем, «...с расширением знаний ...с появлением новых фактов, вступающих в противоречие с канонами рефлексорной теории, ограниченной узкими рамками афферентно-эффекторных отношений, становилось все более ясно, что условный рефлекс, объясняющий тот или иной поведенческий акт по декартовской формуле «стимул-реакция» не может полностью объяснить при-

способительный характер поведения человека... [П.К. Анохин, 1949; К.В. Су-
даков, 1987].

В данной концепции устройства и управления механизмом адаптации, использованы внутриклеточные механизмы, лишь как составная часть обоснования изменений в целостном организме.

На сегодняшний день остаются нерешёнными многие важные вопросы, связанные с проблемой трактования возникновения фенотипической адаптации:

а) не существует целостной теории взаимодействия уровней иерархии и сложной системы организма в целом;

б) отсутствуют научно-обоснованные модели вариативной организации функциональных систем, анализы связей элементов модели организма;

с) отсутствие, из-за методических и теоретических проблем, полной модели прогнозирования функциональных изменений, под действием факторов разного рода, в фазах тренировочного воздействия и восстановления;

Ввиду отсутствия, каких-либо непротиворечивых теорий и трактовок, механизма формирования фенотипической адаптации, аспекты проблемы резистентности не могут быть решены, в рамках разобшённости знаний «старой школы».

Часть 2. Основополагающие принципы разработки концепций

В ходе исследований, при разработке собственных концепций и методик, автор придерживался следующих теоретически обоснованных основополагающих принципов:

1. Всякая биосистема – это многокомпонентная иерархическая организация, состоящая из множества морфофункциональных элементов, взаимосвязанных и взаимозависящих.

2. Биосистема характеризуется качественными особенностями, не присущими её отдельным элементам.

3. Биосистема является собой замкнутый контур с прямой и обратной связью, со свойствами саморегуляции и самоорганизацией.

4. Функциональные системы, в отличие от морфофункциональных, могут иметь временный характер и ограниченное время существования.

Первая элементарная теоретическая модель функциональной системы

На рис. 1 представлена элементарная схема структуры функциональной системы (по Р.Е. Мотылянской, Е.Я. Каплан, В.Н. Артамонов, Республиканский ВФД МЗ РФ, Москва, 1993г.).

По-видимому, это одна из попыток, объяснить системную сущность **биологических механизмов живучести**, на основе теории П.К. Анохина.

Как показано на схеме, модель системы состоит из трёх блоков с прямой и обратной связями. Адаптационные механизмы определяют способность организма приспосабливаться к внешней среде, в это же время механизмы поддержания гомеостаза характеризуют другую сторону устойчивости организма – сохранение стабильной внутренней среды.



Рис. 1. Физиологическая сущность функциональной системы

Не смотря на простоту схемы, она довольно ясно вырисовывает основную стратегию живучести биологической системы и позволяет выявить свойства функциональности отдельных элементов, ответственных за устойчивость (резистентность) организма, что особенно важно для темы настоящего исследования.

Поскольку, были рассмотрены основные функциональные механизмы обеспечения устойчивости (резистентности) организма, что само по себе является основанием построения более сложной модели, имеется повод для выявления характера нарушений на всех уровнях жизнедеятельности, начиная с системы в целом – это уровень организма, и заканчивая субклеточным уровнем.

Вторая схемотехническая модель

Более детальная (структурированная) схемотехническая модель представлена на рис. 2.

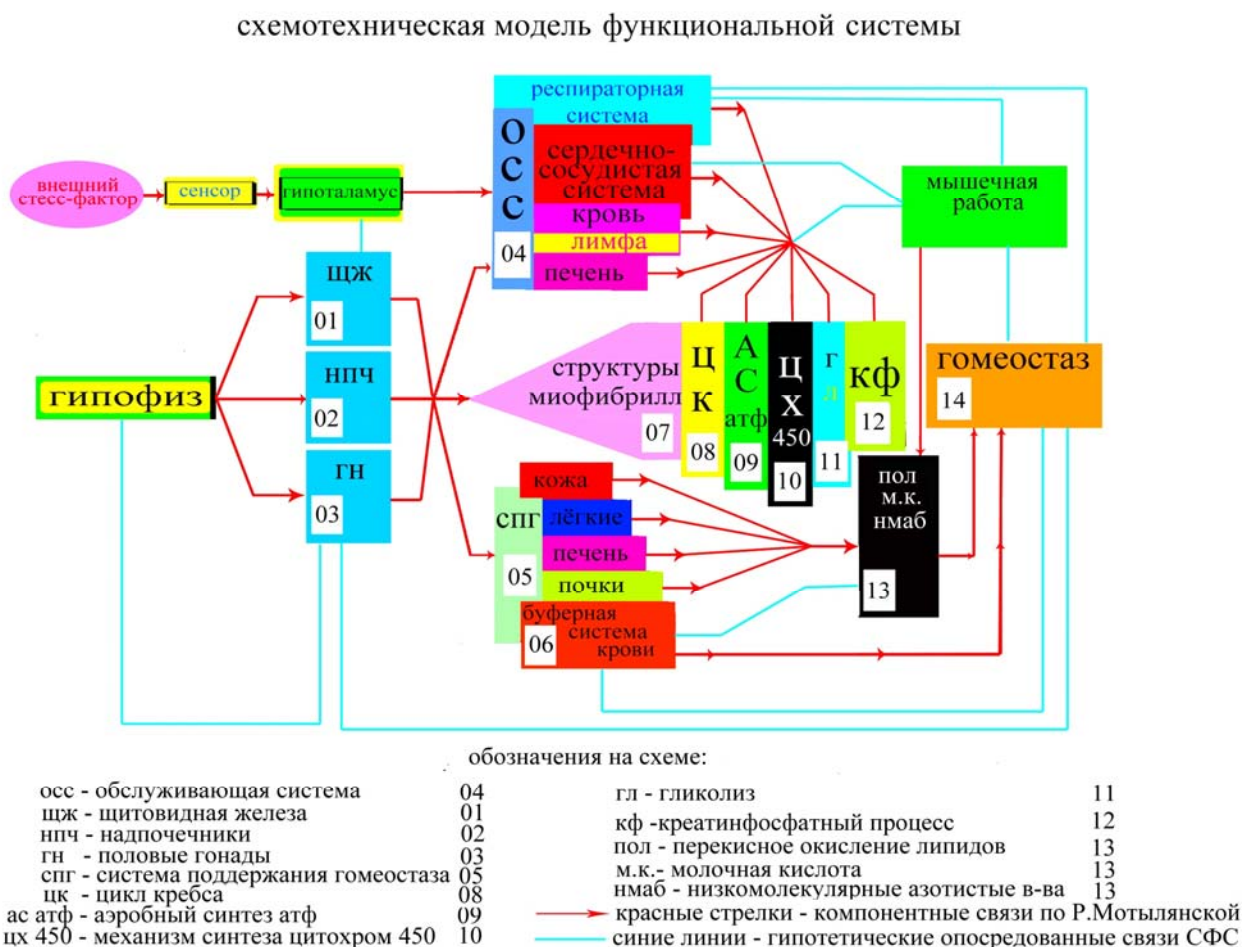


Рис. 2. Вторая схемотехническая модель

В качестве базовой, для построения второй модели, была взята предложенная теми же авторами (Р.Е. Мотылянская, Е.Я. Каплан, В.Н. Артамонов) схема связанных основных структурных компонентов функциональной систе-

мы. Схема на рис. 2 является логическим продолжением первой элементарной схемы функциональной системы, и построена на её основе.

Главной отличительной особенностью рассматриваемой схемы (рис. 2) от базовых схем является то, что:

а) во второй схеме более детализированы сложные компенсаторные взаимоотношения, в целой сложной биологической системе;

б) кроме того, в настоящем исследовании, вторая модель эксплуатируется в новом, нетипичном «расширенном» варианте, который предусматривает, (в отличие от исходных базовых схем, указанных авторов), не только использование заранее известных и классифицированных «расходных средств» восстановления резервов организма, но и поиск новых средств, с заранее заданными свойствами.

Данная концепция использования исходной модели означает, что вторая модель может быть «диверсифицирована» настолько, насколько это позволяет методология междисциплинарного видения рассматриваемой проблемы устойчивости.

Главная ценность этой упрощённой модели – декомпозиция блоков даёт возможность детализации (выделения), до нужного уровня иерархии, с одновременным системным изучением и трактованием получаемых результатов.

Особенности модели

Вторая модель – это отправная точка, дающая общее направление для дальнейшего построения математических моделей, т.е. возможность формализовать знания о протекающих процессах, а также с целью построения прогностических моделей. В данной статье ограничимся лишь анализом результатов практических исследований, экспериментов и общими выводами.

В настоящей работе приводится теоретически обоснованное **описание взаимосвязей**, между морфофункциональными блоками, носящими характер биологических закономерностей, непротиворечиво объясняющих их эмпирическое проявление в ходе реальных экспериментов.

Последовательность решений обуславливает необходимость формального описания функций и свойств структур объектов, для определения решений, **в виде управления** изменениями в структурах составных частей сложной функциональной системы (СФС), какой является временная функциональная система (ВФС).

Основываясь на специфике функционирования составных частей, в составе конкретной модели, процесс проектирования (синтеза) модели можно представить в виде логического дерева (дерева последовательности решений).

1 модель ВФС. Описание в виде дерева

Алгоритм (очередность) этапов физиологических механизмов во временной функциональной системе (ВФС), при адекватных (не сверхкритичных) уровнях мышечной работы и стрессорных воздействиях (СВ):

- 1) мышечное действие активирует ЦНС;
- 2) активизация ЦНС стимулирует гипофизарно-адреналовую систему (ГАС);
- 3) ГАС выбрасывает в кровяное русло гормоны;
- 4) гормоны элиминируются и рост мощности увеличивает количество гормонов, следствие этого – метаболизм усиливается;
- 5) в периоде восстановления глюкокортикоиды накапливаются в рабочих органах;
- 6) адаптация (основа тренированности) эндокринной системы в структурной перестройке желез – рост массы гипофиза, надпочечники, щитовидная, гонады;
- 7) гипертрофия надпочечников сочетается с митозом и синтезом белка;
- 8) скорость деградаций желез увеличивается с мощностью и объёмом тренировки и уменьшается с повышением концентрации анаболических гормонов в крови;
- 9) рост интенсивности рекрутирует двигательные единицы, деструкция миофибрилл;

10) взаимодействие миофибрилл обеспечивается благодаря влиянию гормонов на массу желез, количество миофибрилл, состояние щитовидной и тимуса, тонуса ЦНС, зависящего от степени стресса, уровня гормонов в крови.

2 модель ВФС. Описание в виде дерева

Имитационное моделирование процесса иммунодефицита SIS, в результате перенапряжения:

- 1) гиперактивность ГАС стимулирует синтез белков, (акселерация),
- 2) деградация ГАС снижает возможность усиленного снабжения гормонами, (деградация),
- 3) падение уровня концентрации гормонов – синдром иммунодефицита Селье

- 4) (SIS) при котором синтез клеток нарушен – иммунодефицит,
- 5) усиление метаболизма ведёт к деградации желез внутренней секреции, (перенапряжение системы),

6) завышение объёмов аэробного окисления ведёт к росту массы митохондрий, переаэрация внутриклеточной среды, разрушение целостности митохондриальных мембран. Масса желез уменьшена, синтез плазматических клеток нарушен – иммунодефицит (реакция перманентного пролонгированного стресса),

- 7) минимизация метаболизма гормонов отодвигает наступление стресса, (минимизация выброса гормонов),

8) максимальная активация ЦНС активизирует:

9) а) ГАС,

б) концентрацию гормонов в крови, следствие этого – инактивация ЦНС, СИС – защитное торможение, переаэрация мышц, разрушение митохондрий, разрушение связей на микроуровне.

Результаты моделирования

А. Согласно схематическим моделям, индивидуальная (фенотипическая) адаптация формируется, как следствие стресс-реакции, развивающейся при действии на организм экстремальных факторов. Последние вызывают

нарушение гомеостаза, через высшие регулирующие уровни активирующий ответственные системы.

В этой связи возникают две цепи явлений:

1) мобилизация функциональной системы, доминирующей в адаптации к конкретному экстремальному фактору (физической нагрузке, гипоксии, холоду, и т.п.);

2) активация неспецифической ответной стресс-факторной системы, итогом которой является формирование системного структурного следа адаптации. Ведущая роль в этом процессе принадлежит вегетативной нервной системе, функционирующей в тесной связи с эндокринной системой. Последнее явно определяет структуру связей разнородных систем большой сложной системы.

В. Основа регуляции управляющего воздействия этих систем – интегративность и дискретность адаптивных изменений функций органов и систем, участвующих в совместных процессах адаптации.

В связи с этим, средства коррекции формирующейся адаптации должны быть многокомпонентными и полифункциональными, влияющими на нервную, эндокринную системы, а также на метаболизм тканей, то есть обладать пластическими функциями.

Литература

1. Амосов, Н. Физическая активность и сердце /Н. Амосов. – М.: Мир, 1999.
2. Бабский, Е. Физиология человека /Е. Бабский. – М.: Медицина, 1996.
3. Бадмаев, Ж. Тибетская медицина /Ж. Бадмаев. – СПб.: Атон, 1997.
4. Бальсевич, В. Спецтренажёры в лёгкой атлетике /В. Бальсевич. – М.: ФиС, 1992.
5. Бауэр, В. Спортивная классификация /В. Бауэр. – М.: Вагриус, 1994.
6. Беркинблит, М. Электричество в живых организмах /М. Беркинблит. – М.: Наука, 1992.
7. Бранд, Р. Техника гармоничного развития /Р. Бранд. М.: Фаир, 1995.

Рецензент проф. Шолтысек Е.