

**Н.Н. ДАНИЛОВА**

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ  
ДИАГНОСТИКА  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
СОСТОЯНИЙ**

Рекомендовано Комитетом по высшей школе Миннауки  
России в качестве учебного пособия для студентов  
биологических, психологических и медицинских специ-  
альностей высших учебных заведений

**ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА 1992**

ББК 88.4  
Д18

Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Московского университета

*Рецензенты:*

доктор психологических наук Э. А. Голубева,  
доктор биологических наук Н. А. Тушмалова

**Данилова Н. Н.**  
Д18 Психофизиологическая диагностика функциональных состояний: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1992. — 192с, ISBN 5—211—02150—9

Учебное пособие состоит из трех разделов, в которых рассматриваются методологические вопросы психофизиологии функциональных состояний (ФС), включая роль и место ФС в деятельности и его зависимость от индивидуальных различий, возможности использования для диагностики ФС вегетативных показателей, главным образом сердечнососудистых, электроэнцефалографических и биохимических. Анализируется роль медиаторных и пептидергических механизмов в регуляции ФС, биохимическое обеспечение агрессии, страха, отклонений состояний при депрессии, шизофрении. Рассматриваются результаты психофизиологической диагностики ФС на практике, методы, которые рекомендуются для выявления неблагоприятных состояний и выделения групп риска, возможности предсказания развития неоптимальных состояний на основе индивидуальных различий. Предлагаются новые методы диагностики состояния с помощью построения пространств по частотным спектрам ритмограммы сердечного ритма и ЭЭГ.

Для психологов, биологов, физиологов, медиков.

0303020000(4309000000)—124  
Д—————26—92  
077(02)—92

ББК 88.4

Учебное издание

**Данилова Нина Николаевна**

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ**

Зав. редакцией Н. А. Гуревич. Редактор Г. П. Баркова. Обложка художника, В. Б. Гордон. Художественный редактор «Я. В. Мухина. Технический редактор Н. И. Матюшина. Корректоры И. А. Мушеникова, Н. В. Иванова

ИБ № 4273

Сдано в набор 16.04.92. Подписано в печать 27.08.92. Формат 60X90 1/16. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. п. л. 12,0. Уч.-изд. л. 13,39. Тираж 2800 экз. Заказ 260. Изд. № 1996

Ордена «Знак Почета» изд-во Московского университета.  
103009, Москва, ул. Герцена, 5/7.  
Типография ордена «Знак Почета» изд-ва МГУ.  
119899, Москва, Ленинские горы

ISBN 5—211—02150—9

© Данилова Н. Н., 1992

## Глава I

# ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПСИХОФИЗИОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Понятие функционального состояния (ФС) широко используется в психологии, физиологии, технике, эргономике и т. д. Это объясняется прежде всего тем, что в самых различных сферах деятельности человека успешность его труда, обучения, творчества, физическое и психическое здоровье в значительной мере зависят от ФС человека.

Контролируя и управляя ФС, человек может решать многие важные задачи, такие, как оптимизация производственного процесса, нормирование труда, определение допустимых физических и нервных нагрузок, повышение устойчивости к стрессу, проведение профилактики профзаболеваний, а также задачи, связанные с профотбором и профориентацией и др. Но для этого необходимо владеть методами диагностики ФС и знать те природные механизмы, на основе которых осуществляются регуляция и управление ФС. Освоение человеком новых жизненных пространств — космических, подводных, проникновение его в Арктику, в недра Земли — связано с развитием особых ФС, характерных для экстремальных, необычных и особо напряженных условий. Это ставит дополнительные задачи перед психофизиологией ФС.

*Наиболее часто ФС определяют как фоновую активность нервных центров, при которой и реализуется та или иная конкретная деятельность человека.* В классической физиологии такой взгляд на ФС нашел отражение в том, что оно соотносилось с одной или несколькими характеристиками нервной ткани: возбудимостью, лабильностью, реактивностью.

Так, И. П. Павлов связывал ФС с тонусом коры больших полушарий или ее возбудимостью. Позже в работах П. С. Купалова было показано, что динамика ФС отражается в изменении не только возбудимости головного мозга, но и уровня его реактивности и лабильности. Дальнейшее развитие этот взгляд получил в исследованиях А. М. Зимкиной, которая оценивает функциональное состояние по совокупности средних значений возбудимости, реактивности и лабильности нервной системы.

Однако такое определение ФС носит самый общий характер и недостаточно раскрывает данное понятие. Попытка исследователей более конкретно и содержательно раскрыть сущ-

ность ФС привела к возникновению двух различных подходов, при разработке этой проблемы: «психологического» и «физиологического».

Сторонники *«психологического» подхода*, а он получил наиболее широкое распространение среди инженерных психологов и в эргономике, исходят из многих экспериментальных данных, свидетельствующих о существовании определенной зависимости эффективности деятельности от ФС. На этом основании они и предлагают определять ФС через деятельность (В. И. Медведев, А. Б. Леонова, 1970, 1978, 1984). При этом успешность выполняемых трудовых операций или решения некоторых когнитивных задач, используемых в качестве специальных тестов, рассматривается как показатель, или мера, ФС. Таким образом, главным критерием, на основании которого предлагается судить об изменениях ФС, является снижение или повышение эффективности выполнения отдельных трудовых операций или всего трудового процесса. Эффективность труда (его производительность, темп, интенсивность, количество ошибок, объем произведенной продукции, ее качество и т. д.), согласно этой точке зрения, является такой же мерой ФС, как и другие группы показателей: 1) показатели изменения функционирования физиологических систем организма: сердечной, дыхательной, эндокринной, двигательной и др.; 2) показатели изменений субъективных переживаний: появление чувства усталости, раздражительности, скуки или, наоборот, ощущение собранности, душевного подъема и т. д.; 3) показатели изменений в протекании основных психических процессов: восприятия памяти, мышления и процессов в эмоционально-волевой сфере. Однако эффективность труда как мера ФС, в отличие от перечисленных трех последних групп показателей, с точки зрения сторонников этой концепции, обладает свойством интегративности и в этом имеет преимущество по сравнению с отдельными физиологическими реакциями организма и изменениями в субъективных переживаниях.

Практическая реализация такого подхода может быть проиллюстрирована на следующем примере. На станции слежения за движением рейсовых самолетов оператор работает с индикаторным устройством, на котором имеются изображение «коридора» допустимых отклонений самолета от заданного курса и метка, соответствующая его положению. Оператор имеет задание корректировать движение самолета, удерживая его в середине «коридора». С утомлением задание выполняется оператором все хуже, и амплитуда отклонений движения самолета от средней линии возрастает. Увеличение амплитуды колебаний метки на экране относительно средней линии рассматривается как показатель изменения ФС. Кроме понятия «изменение ФС» авторы данного метода вводят понятие «сдвиг ФС»<sub>Г</sub> означающее такие изменения, когда ошибка в работе выходит за некоторые допустимые пределы. В данном случае — за пре-

дела установленных границ коридора движения самолета. Если оператор не справляется с контролем за управлением движения самолета и метка выходит за пределы коридора, то это расценивается уже не как изменение ФС, а как сдвиг ФС, ведущий к критическому снижению эффективности деятельности и к ошибкам, браку в работе.

Границы допустимых ухудшений в эффективности трудовых операций и действий устанавливается в зависимости от требований заданий. Так, работа оператора во время посадки самолета должна отвечать более жестким требованиям, так как ширина коридора снижения резко сужается относительно коридора горизонтального полета. И в этих условиях ранее допустимые «изменения ФС» по показателям точности слежения могут стать, по терминологии авторов, «сдвигами ФС» и будут свидетельствовать об аварийном ухудшении в работе оператора. Они требуют срочного вмешательства со стороны для устранения опасной ситуации, связанной с развитием у оператора неблагоприятного функционального состояния.

Так как оценка эффективности деятельности зависит от выбранного критерия, допускающего лишь определенный уровень ошибок при выполнении конкретного задания, то заключения об «изменениях» и «сдвигах» в ФС находятся в прямой зависимости от характера выполняемой деятельности и установленного критерия. В связи с этим способ диагностики ФС, установленный для конкретной трудовой деятельности, не может быть распространен на другие виды деятельности и типы задач. Поэтому не случайно авторы этого подхода отмечают, что имеет смысл изучать ФС только в отношении конкретного вида деятельности (В. И. Медведев, А. Б. Леонова, 1978). А разработка и создание методов диагностики ФС независимо от характера выполняемой деятельности представляются им задачей, которая вообще не имеет решения.

Особенностью подхода, предложенного В. И. Медведевым и А. Б. Леоновой (1970, 1978, 1984) для диагностики ФС, является его отчетливо выраженная прагматическая направленность. Способ оценки ФС через эффективность деятельности безусловно полезен для практики, так как позволяет предотвратить развитие у человека нежелательных ФС как для производственного процесса, так и для его личной безопасности. Однако метод оценки ФС через эффективность деятельности не обладает высокой чувствительностью к изменению ФС и в основном пригоден для выявления наиболее заметных и грубых его изменений.

Таким образом, в рамках рассматриваемого подхода функциональное состояние оценивается через эффективность труда, и тем самым само функциональное состояние растворяется в деятельности. Оно не рассматривается как самостоятельное явление со своими собственными закономерностями и своими специфическими индикаторами.

Содержание, которое вкладывается в понятие функционального состояния, в значительной мере влияет и на решение вопроса о *взаимоотношении понятий «уровень бодрствования» и «функциональное состояние»*.

Многие исследователи придерживаются точки зрения, что понятия функционального состояния и уровня бодрствования тождественны. По существу, такой взгляд означает, что, используя поведенческие реакции, можно исчерпывающе определить и измерить любое ФС. Наиболее ярким выражением такой позиции и является измерение ФС через эффективность выполняемой деятельности.

Однако на необходимость разделения понятий «уровня нервной активности, возбудимости или тонуса» и «уровня бодрствования», являющегося их выражением в плане поведения, указывал уже В. Блок. Он отмечал, что шкала уровней бодрствования представляет диапазон интенсивности поведения между сном и состоянием крайнего возбуждения. А изменения уровня бодрствования вызываются изменениями тонуса нервных центров или функционального состояния. То есть *уровень бодрствования рассматривается им как поведенческое проявление функционального состояния*. Его позиция подчеркивает необходимость изучения регулирующих или модулирующих влияний, исходящих из ретикулярных структур мозга как самостоятельного нейрофизиологического механизма.

Соотношение уровня бодрствования и функционального состояния экспериментально было изучено Е. Н. Соколовым и Н. Н. Даниловой в опытах на кроликах. ФС измерялось по средней частоте спайковых разрядов у неспецифических и специфических нейронов таламуса. Уровень бодрствования оценивался по комплексу изменений ЭЭГ, дыхания и мышечного тонуса. Было показано, что уровень бодрствования, условно оцениваемый в рангах, монотонно связан с уровнем функционального состояния мозга, измеряемого по средней частоте спайковых разрядов некоторых нейронов таламуса у кролика.

Сторонники *«физиологического» подхода* считают, что существует большой набор физиологических реакций организма, в которых отражаются изменения уровня фоновой активности ЦНС. Это — частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), частота и глубина дыхания, скоростные характеристики двигательных реакций, изменения в ЭЭГ

и т. д.

Поэтому они предлагают оценивать ФС по комплексу взаимосвязанных физиологических реакций, а изменения ФС рассматривать как смену одного комплекса реакций другим. В свете таких представлений диагностика и идентификация ФС представляются как решение задачи распознавания многомерного вектора, компонентами которого являются различные физиологические показатели или реакции (А. А. Генкин, В. И. Медведев и др.). Поиск и нахождение все новых и новых реакций

и их комбинаций, в которых отражается динамика ФС, имеют под собой разумную основу, так как, по-видимому, существуют уникальные комбинации реакций, соответствующие определенным ФС. Кроме того, с увеличением числа регистрируемых физиологических показателей достигается более дробное представление о тех процессах, которые характеризуют изучаемое конкретное ФС. Однако определение ФС через перечень различных реакций, найденных эмпирическим путем, имеет свои ограничения, так как остается не выявленным отношение этих реакций к реальным механизмам формирования функциональных состояний.

Рассмотренные выше определения ФС через комплексы физиологических реакций или через успешность производственных операций, выполняемых человеком, имеют общий существенный недостаток. С таких позиций можно обнаруживать лишь изменения в состояниях человека, но ничего нельзя сказать о том, что есть само функциональное состояние, так как нейро-физиологические механизмы его регуляции остаются вне поля зрения. При этом, по существу, происходит подмена определения содержания понятия «состояния» описанием сдвигов, происходящих при изменении состояния. Одновременно такая позиция, в сущности, молча отрицает наличие самостоятельного нейрофизиологического механизма с функцией регуляции ФС. Однако многочисленные нейрофизиологические данные противоречат такому представлению.

Исследование ретикулярной формации с ее активирующими и инактивирующими отделами, а также лимбической системы, от которой зависит мотивационное возбуждение, дает основание связывать их с особым классом функциональных систем, выполняющих функции модуляции в мозге. ФС является тем результатом, который достигается в результате конкретного взаимодействия таких функциональных систем. Поэтому *функциональное состояние следует рассматривать как особое психофизиологическое явление со своими закономерностями, которое заложено в архитектуре модулирующих функциональных систем и которое проявляется на биохимическом, физиологическом, поведенческом и психологическом (субъективном) уровнях.* Такой взгляд на функциональное состояние подчеркивает важность изучения его собственных механизмов регуляции. И только на основе знаний о реальных процессах управления ФС можно создавать адекватные методы диагностики ФС, как наиболее отвечающие его основным закономерностям.

Взгляд на ФС как на самостоятельное психофизиологическое явление ставит перед исследователями задачу изучения собственных нейрофизиологических механизмов обеспечения и регуляции ФС.

## 2, РОЛЬ И МЕСТО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ В ПОВЕДЕНИИ

В последнее время существенно уточняются значение и роль для деятельности мозга механизмов, регулирующих ФС. При этом выявлена их большая значимость для (поведения, чем это представлялось ранее.

Всем хорошо известна зависимость эффективности деятельности от ФС. Их отношения обычно представляют в виде колоколообразной кривой, показывающей, что наилучшие результаты деятельности как при исполнении, так и при обучении соответствуют некоторому среднему значению ФС, которое получило название *оптимального функционального состояния*. Сдвиг ФС в сторону от оптимального независимо от его направленности сопровождается снижением результативности выполняемого физического или психического действия.

Взгляд на ФС как на фактор, который лишь ухудшает или, наоборот, улучшает выполнение деятельности, в последнее время сменился представлением о более фундаментальной роли ФС в доведении.

Многие экспериментальные данные свидетельствуют о том, что модулирующие влияния в ЦНС играют не менее важную роль для процесса обучения, чем скажем, подкрепление условного стимула безусловным раздражением. Экспериментальные доказательства этому убедительно представлены в работах Б. И. Котляра (1986), который вырабатывал условные рефлексы у нейронов гиппокампа кролика при сочетании звукового стимула с электрокожным раздражением. Примерно у 40% нейронов гиппокампа после обучения условный стимул приобретал способность вызывать ту реакцию, которую до обучения вызывало лишь электрокожное раздражение. Автору удалось показать, что параллельно со становлением вырабатываемого условного рефлекса идет процесс формирования особой условнорефлекторной связи, которая состоит в ;возрастании спайко-вой активности у обучаемого нейрона в межстимульные интервалы. Этот эффект был назван *ассоциативным тоническим ответом*, который отражает условнорефлекторную установку на определенный уровень активности нервной системы. Было показано, что появление условного рефлекса зависит от присутствия этой тонической активности. Неожиданное выпадение у нейрона тонического ассоциативного ответа непременно сопровождается выпадением и условного ответа. Это дает основание для заключения, что *ассоциативный процесс (обучение) включает в себя в качестве обязательного компонента формирование особого состояния мозга, которое качественно специфично для каждой временной связи*. Таким образом, целенаправленное изменение ФС — один из ведущих механизмов формирования условнорефлекторного поведения.



Деятельность не существует отдельно от состояния. Функциональное состояние — неперенная составляющая любой деятельности и поведения, с которой она выступает как единое целое. Эти положения согласуются с представлениями, развиваемыми в работах школы И. П. Павлова. Согласно этим взглядам существуют два механизма, участвующие в условно-рефлекторной деятельности: 1) настроечный, регулирующий состояние мозга и создающий определенный уровень возбудимости и работоспособности нервных центров, и 2) запускающий, который вызывает ту или иную условную реакцию.

В. Зингером (1982) была показана необходимость модулирующих влияний из ретикулярной формации мозга для становления детекторных свойств нейронов у котят в чувствительный период онтогенеза. Ранее опыты Визеля, Хьюбеля со зрительной депривацией на новорожденных котят показали, что животное рождается почти с готовыми нейронными детекторами. Все свойства нейронов зрительной коры, которые обнаруживаются у взрослых особей, уже могут быть выявлены и у новорожденных, т. е. в основном характеристики детекторных нейронов генетически детерминированы. Однако эти свойства детекторов могут быть существенно изменены в течение сенситивного (чувствительного) периода под влиянием тех зрительных стимулов, которые будут воздействовать на животное. Так, у котят, воспитанных в окружении вертикальных линий (в «вертикальной среде»), нейроны зрительной коры реагируют преимущественно на вертикально ориентированные полосы, тогда как большая часть зрительных нейронов котят, воспитанных в «горизонтальной среде», реагирует на горизонтальные линии. Сформированные особенности зрительного воспитания впоследствии сказываются и на поведении. Воспитание в горизонтальной среде вызывает у котенка трудности при передвижении между ножками стула. Тогда как котята, содержащиеся в вертикальной среде, испытывают затруднения при хождении по ступенькам лестницы.

В опытах В. Зингера у котят в сенситивный период изменяли бинокулярную стимуляцию. Особенно сильный эффект достигается закрыванием одного глаза или изменением положения его в орбите (искусственное косоглазие). В результате такой процедуры у детекторов зрительной коры появлялись аномальные системы связей, отражающие специфику зрительной стимуляции в сенситивный период. Вследствие этого нейроны депривированного глаза теряли бинокулярные свойства, т. е. становились слепыми к стимуляции, идущей от глаза, который был временно закрыт или повернут.

Далее В. Зингер исследовал роль неспецифической активации, поступающей в кору из ретикулярной формации, для становления этих аномальных связей, т. е. для процесса обучения. Для этого он провел две серии экспериментов. В первой серии у одной группы котят одновременно с закрыванием од-

ного из глаз производилось одностороннее разрушение таламической ретикулярной формации (медиального таламуса) на стороне, противоположной закрытому глазу. У другой группы котят таламус не разрушался. По истечении сенситивного периода глаза котят обеих групп открывали, и нейроны зрительных областей двух полушарий тестировались для выявления их свойств. Оказалось, что нейроны коры, к которой проецировались сигналы от депривированного глаза и на стороне которой не разрушалась таламическая неспецифическая система, теряли бинокулярные свойства и не отвечали на зрительную стимуляцию ранее закрытого глаза. Зрительный стимул, подаваемый со стороны поражения, одновременно утратил способность вызывать у животного ориентировочный рефлекс. В то же время у котят, у которых таламус был разрушен, нейроны полушария сохранили свои бинокулярные свойства и реагировали на стимуляцию обоих глаз, несмотря на процедуру депривации. Таким образом, в том полушарии, куда не поступали неспецифические модулирующие влияния из таламуса, аномальные связи во время чувствительного периода не формировались.

Эти опыты показывают, что пластические изменения в коре, наступающие под влиянием индивидуального опыта, требуют как зрительной стимуляции, так и функционирования диэнцефальных структур, которые модулируют кортикальную возбудимость и определяют внимание к стимулам.

В другой серии экспериментов В. Зингер использовал парализованных животных. Оказалось, что в результате зрительной депривации одного глаза у таких котят аномальные бинокулярные свойства у детекторов зрительной коры сформировать не удастся. Но если соединить монокулярно зрительную стимуляцию глаза с одновременным электрическим раздражением ретикулярной формации среднего мозга или таламуса, проецирующихся к исследуемой коре, то такие аномальные свойства у зрительных нейронов коры, т. е. потеря бинокулярной конвергенции, могут быть сформированы.

Данные, свидетельствующие о зависимости обучения от модулирующих влияний, позволяют говорить о *трехфакторной теории обучения*, утверждающей необходимость выполнения трех условий: наличия условного сигнала, подкрепления и неспецифической модуляции. Согласно представлению Хебба, необходимым условием обучения нейрона, выражающегося в модификации локуса его мембраны, является соблюдение следующего правила: вслед за возбуждением синапса, не переходящего в разряд нейрона (аналог условного раздражения), обязательно требуется наличие спайкового разряда нейрона (аналога безусловного раздражения). Это правило получило название «*синапс Хебба*». Однако, согласно данным В. Зингера, оно должно быть дополнено третьим условием — обязательным присутствием и модулирующих неспецифических влияний.

Таким образом, модулирующие системы не просто создают фон, улучшающий или ухудшающий исполнительную деятельность или обучение. Неспецифическая активация — это необходимая составляющая любого вида деятельности и поведения. Все нарушения, возникающие в пределах неспецифического входа к специфическим, интегративным и исполнительным системам мозга, ведут к дезорганизации поведения, как приобретенного в течение жизни, так и врожденного.

Для иллюстрации этого положения можно привести результаты экспериментов на крысах с разрушением у них модулирующей системы мозга. После коагуляции латеральных отделов гипоталамуса, повреждающей восходящие дофаминергические пути и тем самым создающей в организме животного дефицит дофамина (ДА), у них полностью нарушаются как приобретенные при жизни навыки, так и все виды врожденного мотивированного поведения. Они перестают пить, есть. Однако сдавливание хвоста у таких животных может восстановить пищевое, сексуальное или материнское поведение. Кроме того, такая крыса может плавать только в холодной воде, тогда как в теплой воде она тонет, не делая никаких попыток к спасению. Исследователи полагают, что холодная вода и болевое раздражение действуют стимулирующим образом через ДА-активацию, так как если животному ввести апоморфин (стимулятор ДА-рецепторов), то утраченные функции также восстанавливаются.

Таким образом, сохранность нервных связей, определяющих паттерны конкретного поведения, еще не гарантируют его реализацию. Для мотивированного поведения необходима также сохранность модулирующей системы мозга, в частности, использующей дофаминергический механизм регуляции, который создает биохимическую основу двигательной произвольной активности.

Следовательно, *важным методологическим принципом изучения функциональных состояний является представление о нем как об особом базальном механизме интегративной деятельности мозга.* Только на основе постижения этих механизмов возможно создание эффективных методов диагностики ФС, которые должны быть ориентированы на оценку функционирования этих механизмов.

### **3. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ - ЯВЛЕНИЕ СИСТЕМНОЕ**

Согласно современным данным, модулирующая система мозга гетерогенна, поэтому ФС, которое является продуктом работы нескольких модулирующих систем мозга, по своей природе явление системное, и это необходимо учитывать при разработке методов диагностики функционального состояния.

Одно время считалось, что, несмотря на большое разнообразие физиологических реакций (ЭЭГ, КГР, ЭКГ, ЭМГ и др.),

которые обычно используются для оценки ФС, все они в одинаковой мере связаны с активацией неспецифической системы мозга и что по динамике любой из этих реакций можно предсказать изменение всех остальных. Такой подход основывался на концепции Д. Линдсли о единстве и синергизме влияний восходящих и нисходящих неспецифических систем мозга, обуславливающих параллелизм всех электроэнцефалографических, вегетативных и двигательных реакций. Предполагалось, что активация в ЭЭГ (проявление действия восходящей неспецифической системы) развивается параллельно с эффектами нисходящей неспецифической системы в виде соматических и вегетативных реакций (изменения тонуса мышц, движения глаз, изменения частоты дыхания и сердцебиения, КГР, сужения и расширения сосудов).

Однако изучение динамики различных физиологических показателей активации выявило очень низкие коэффициенты корреляции между различными реакциями. По данным Элиота, коэффициенты интраиндивидуальной корреляции между ЧСС и сопротивлением кожи, ЧСС и мышечным тонусом, мышечным тонусом и проводимостью кожи соответственно составили 0,46; 0,45; 0,35. По другим результатам, которые анализируются в обзорной работе Лаза.руса, максимальные значения коэффициентов корреляций не превышали 0,5.

Заключение о низкой корреляции в изменениях отдельных вегетативных и моторных показателей активации подтверждается многочисленными наблюдениями случаев диссоциации ЭЭГ и поведенческой активации. Так, введение атропина вызывает у собаки электроэнцефалографическую картину медленного сна, при этом животное поведенчески продолжает бодрствовать. Аналогичные данные были получены и на кошках. С помощью физостигмина у них можно активировать ЭЭГ, тогда как поведенчески животное будет находиться в состоянии дремоты. Дж. Моруцци показал, что если перерезать ствол мозга выше варолиева моста, то в результате прерывания синхронизирующих влияний, поступающих из него в кору, в ЭЭГ развивается десинхронизация. В то же время животное может спать. Таким образом, с помощью фармакологических и хирургических методов установлена самостоятельность механизмов, обуславливающих поведенческую и ЭЭГ-активации.

В 1957 г. Лейси впервые показал отсутствие параллелизма в изменениях вегетативных и ЭЭГ-показателей. По его данным рост ЧСС обычно сочетается с хорошо выраженным альфа-ритмом, тогда как низкая частота пульса — с депрессией альфа-ритма, которая рассматривается как признак активации. Многочисленные данные о разнонаправленном изменении различных показателей активации были обобщены Лейси в его концепции *«дирекционной фракционности активации»*. По Лейси, существует не единая система неспецифической активации, а несколько субсистем, выражением которых являются вегета-

тивные, моторные и ЭЭГ-реакции. Поэтому измерение неспецифической активации представляется возможным только на основе описания комплекса нескольких реакций — показателей разных субсистем активации.

Такая позиция согласуется с представлением о *специфичности не специфической активации* П. К. Анохина (1968). Им сформулировано положение о том, что каждый тип мотивации обеспечивается возбуждением собственной неспецифической активирующей системы, обладающей своей химической специфичностью. В опытах на кроликах он выделил и описал ЗЭГ-паттерны для различных мотивационных состояний (оборонительных, пищевых, ориентировочных). Применяя различные фармакологические воздействия, он продемонстрировал возможность их избирательной блокады.

Однако не только различные формы поведения, связанные со своими специфическими биологическими мотивациями, но и любые виды деятельности человека требуют особого функционального состояния, т. е. только ему присущей картины возбуждения различных систем активации. Данное положение было развито Б. И. Котляром, который ввел принцип *функционального полиморфизма*, согласно которому состояние мозга соответствует виду выполняемой деятельности и каждому состоянию соответствует качественная специфичность структуры церебральной нейронной сети.

Принцип функционального полиморфизма легко продемонстрировать на примерах вегетативных реакций, которые возникают при решении субъектом двух типов когнитивных задач, различающихся противоположной направленностью внимания.

К настоящему времени собран обширный экспериментальный материал о зависимости вегетативных реакций активации от того, на что направлено внимание субъекта: во вне, на внешнее сенсорное окружение или на внутреннюю активность, связанную с анализом уже полученной информации.

Лейси выделил два противоположных типа вегетативного реагирования на информационную нагрузку. При внимании к сенсорным стимулам, внешнему окружению наблюдаются снижение ЧСС и падение артериального давления. В ситуации решения арифметических задач, требующих внутренней сосредоточенности субъекта, ЧСС и АД, наоборот, растут. Измерение кожной проводимости не дифференцирует эти задачи. Лейси пришел к выводу, что направленность внимания является важной детерминантой возникновения типа вегетативных реакций. Так, принятие сенсорного стимула, сосредоточение внимания на нем, и, наоборот, непринятие сенсорного стимула, отключение внимания от сенсорного входа вызывают различные паттерны сердечно-сосудистых реакций.

Эти данные были проверены многими другими исследователями, которые расширили число регистрируемых вегетативных показателей. Они подтвердили, что наиболее надежным ве-

гетативным показателем, дифференцирующим эти два типа за'-дач, является ЧСС.

Например, во время выполнения тестов, требующих сенсорного внимания; человек должен был вслух, громко считывать отдельные слова с экрана, на который они проецировались расплывчато, при этом слова были перевернутыми, а буквы шли. в обратном порядке — были найдены уменьшение ЧСС, крово-тока и рост сопротивления сосудов в предплечье. Наоборот, выполнение арифметических действий (последовательное вычитание некоторой величины из большого числа в быстром темпе) сочеталось как с ростом ЧСС, так и с противоположными изменениями сосудистых показателей: ростом кровяного давления и снижением сопротивления сосудов и предплечий.

Таким образом, содержание и требование самой задачи являются регулятором ФС, который и определяет его паттерн возбуждения и торможения.

Изучение нейроанатомии и нейрофизиологии модулирующей системы (неспецифической и лимбической систем) показало существование на различных уровнях ЦНС относительно самостоятельных активирующих и инактивирующих структур, вступающих друг с другом в сложную систему взаимоотношений.

*Восходящую активирующую систему среднего мозга* (ретикулярную формацию мезэнцефалического уровня) связывают с развитием бодрствования и возникновением тонических и генерализованных реакций ЭЭГ-активации.

*Активирующая-инактивирующая система неспецифического таламуса* рассматривается как субстрат фазических и локальных ориентировочных реакций в ЭЭГ. *Поведенческую реакцию пробуждения связывают с функцией заднего гипоталамуса.*

Скопление нейронов в покрывке ствола мозга, получившее название *синего ятна*, рассматривается как центр активации, в котором синтезируется норадреналин (НА), который затем по волокнам доставляется в различные части мозга.

Среди структур с тормозными функциями наиболее изучены *синхронизирующий центр Моруцци*, расположенный в средней части варолиева моста, *преоптическая область гипоталамуса* и *фронтальная кора*. Критическая структура для развития медленного сна найдена в средней части продолговатого мозга, моста и среднего мозга. Она получила название *ядер шва*, в которых осуществляется синтез серотонина — тормозного нейро-медиатора. По нервным волокнам из этого центра серотонин доставляется к другим структурам мозга.

На гетерогенную природу модулирующей системы мозга указывает и изучение медиаторных механизмов функционального состояния. Имеются основания выделять в самостоятельную систему регуляцию моторной составляющей ФС, выражающейся в уровне двигательной активности поведения. Показано, что на уровне неостриатума взаимодействие медиатор-

пых систем: холинергической с ацетилхолином в качестве медиатора и моноаминергической, использующей серотонин, дофамин, норадреналин, определяет типы двигательного поведения, различающиеся уровнем двигательной активности и особенностями ЭЭГ. Таким образом, *вторым методологическим принципом изучения функциональных состояний является представление о функциональном состоянии как системном явлении.*

#### **4. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ**

Исследователи все чаще и чаще выделяют особенности функционирования модулирующей системы мозга в качестве природной детерминанты индивидуальности. Измерения индивидуальности, ориентированные на модулирующую систему мозга, основаны на предположении, что существуют более или менее стабильные индивидуальные различия в уровне активации (arousal). Некоторые индивиды постоянно находятся в состоянии высокой активированности<sup>TM</sup>, в то время как другие хронически имеют низкий уровень активности. Это привело к выделению такого понятия, как *индивидуальный уровень активации*. Под ним обычно понимают тот уровень неспецифической активации или ФС, который наиболее часто наблюдается у данного конкретного индивида, во время бодрствования.

Существует несколько измерений индивидуальности, имеющих отношение к концепциям активации и функциональных состояний. Это — экстраверсия-интроверсия, потребность в поиске ощущений (sensation seeking), тревожность, нейротизм, усиление-редукция (augmenting-reducing), сила нервной системы, реактивность, свойство активированности. Рассмотрим их на нескольких примерах.

По Г. Айзенку, физиологическую основу *экстраверсии-интроверсии* следует искать в особенностях петли ретикулярная формация — кора, определяющей интенсивность корковой arousal на стимул. Экстраверты более часто реагируют при более низком уровне активации по сравнению с интровертами. Другими словами, для интровертов в основном характерен высокий индивидуальный уровень активации. Г. Айзенк и его ученики собрали много доказательств, свидетельствующих о том, что отношения, которые складываются между эффективностью исполнения и стимульной величиной ситуации, зависят от того, с экстравертом или интровертом мы имеем дело. Наиболее высоких результатов в работе интроверты достигают при более низком, а экстраверты — при более высоком уровне активации нервной системы.

Чтобы обосновать положение, что существуют относительно стабильные индивидуальные различия в уровне активации, Дж. Грей ввел понятие *активированности* (arousability). У индивидов, характеризующихся высокой активированностью, сти-

мулы данной интенсивности вызывают в нервной системе высокий уровень активации (arousal). У лиц же с низкой активированностью уровень активации на те же стимулы ниже.

Э. А. Голубева также рассматривает *свойства активированности* как выражение устойчивого индивидуального уровня активации. В его основе — баланс безусловнорефлекторного возбуждения и торможения, зависящий от особенностей функционирования неспецифической системы мозга. Свойство активированности по данным Э. А. Голубевой и ее сотрудников может быть измерено с помощью ряда биоэлектрических показателей. *Одним из главных показателей высокой индивидуальной активированности является появление высоких гармоник в реакции усвоения при применении световых мельканий низкой частоты.*

В работах М. Закермана индивидуальный уровень активации исследовался как тенденция человека к поиску или избеганию новых, сложных и интенсивных переживаний, а также как стремление к физическому и социальному риску. Эта тенденция получила название *поиск ощущений* (sensation seeking — SS). М. Закерман подчеркивает, что SS содержит в себе нечто, что имеет отношение к свойству активированности, которое проявляет себя в ответах на стимулы умеренной и большой интенсивности. Чтобы измерить индивидуальную потребность в стимуляции и активности, М. Закерман разработал специальный опросник, который позволяет оценивать тенденцию к «поиску ощущений». Пятая версия теста Закермана включает общую шкалу и четыре субшкалы, входящие в состав общей шкалы. Четыре субшкалы были выделены на основе факторного анализа. Среди них:

*фактор TAS (Thrill and Adventure Seeking)* — поиск нервного волнения и авантурных приключений отражает стремление человека к опасным видам спорта, различным видам физической активности с риском для жизни;

*фактор ES (Experience Seeking)* — стремление к разнообразным впечатлениям, которые связаны с путешествиями, музыкой, искусством, общением с друзьями;

*фактор DIS (Disinhibition)* — расторможенность, характеризующая поиски социальной и гедонической стимуляции с помощью вечеринок, через сексуальное разнообразие, потребление алкоголя, участие в играх;

*фактор BS (Boredom Susceptibility)* — чувствительность к скуке отражает индивидуальную неустойчивость к однообразным и шаблонным ситуациям и неинтересным людям, а также нетерпеливость, когда не удается избежать или исключить такие условия;

*фактор G (General)* представляет суммарную оценку по 4 факторам (субшкалам) или общую шкалу поиска ощущений (Sensation Seeking Scale — SSS).



В ряде работ показатели SS исследовались одновременно с различными компонентами ориентировочного рефлекса в виде изменения кожного сопротивления и частоты сердечных сокращений. Наиболее интересные результаты были получены в отношении ЧСС, которая позволяет дифференцировать ориентировочный рефлекс от оборонительного. При ориентировочном рефлексе наблюдается снижение ЧСС сразу после стимула в течение нескольких секунд, тогда как появление оборонительного рефлекса выражается в кратковременном фазическом росте ЧСС. Было установлено, что лица с низким уровнем SS на звук высокой интенсивности отвечают появлением оборонительных реакций в виде фазического учащения ЧСС. Субъекты с высоким уровнем SS на ту же интенсивность звука реагируют по ориентировочному типу — кратковременным снижением ЧСС. Получены данные о том, что различные факторы SS по-разному связаны с ориентировочным и оборонительным рефлексом. Общий (генеральный) фактор — G и TAS-фактор-коррелируют с ориентировочным ответом на новизну, а DIS-фактор различно связан с ориентировочными и оборонительными реакциями на интенсивную стимуляцию.

Согласно Закерману, индивидуальный уровень SS имеет свои биохимические механизмы. Значимые корреляции найдены для величины SS с содержанием в мозге нейронного фермента — моноаминоксидазы (Monoamino Oxidase, или MAO), эндорфинов — эндогенных морфолодических пептидов и уровнем половых гормонов.

Нейронный фермент MAO содержится в митохондриях нейронов. Первичная функция MAO — подавление нейромедиаторов: норадреналина, дофамина, серотонина внутри нейрона.

Если содержание MAO в нейронах по каким-либо причинам оказывается уменьшенным, то это означает снижение биохимического контроля за уровнем нейротрансмиттеров. В результате возрастает уровень содержания в мозге катехоламинов (НА, ДА) и серотонина. Вещества, снижающие содержание MAO, часто используются в клинике как средство против депрессии, которую связывают с дефицитом катехоламинов и серотонина.

По данным Закермана MAO отрицательно коррелирует с тенденцией к SS, оцениваемой по общей шкале опросника (SSS). Лица с высокой величиной по шкале SSS имеют низкий уровень MAO, а у субъектов со слабо выраженным стремлением к поиску ощущений и переживаний уровень MAO в нейронах велик.

Сходные результаты получены и на обезьянах. Особи с высоким содержанием MAO больше времени проводят одни. Тогда как обезьяны с низким содержанием MAO социально более активны, чаще демонстрируют агрессивное, сексуальное и игровое поведение.

Подавление нейротрансмиттеров осуществляется и другим ферментом — катехол-О-метилтрансферазой (catechol O-methyl-

transferase, или COMT), но вне нейронов. Однако только для MAO показаны ее высокая индивидуальная стабильность и независимость от стресса. При этом женщины в целом имеют более высокие показатели MAO, чем мужчины. Кроме того, с возрастом содержание MAO в мозге, в тромбоцитах и плазме крови увеличивается. Индивидуальные различия, связанные с тромбоцитарной MAO, обнаруживаются сразу же после рождения. Новорожденные с низким MAO более бодры и активны, чем младенцы с высоким содержанием MAO, что говорит о связи этого показателя с генетическими механизмами. Исследование MAO у близнецов подтвердило ее генетическую обусловленность.

Другим биохимическим субстратом индивидуального стремления к SS являются эндорфины. Известно, что эндорфины снижают болевую чувствительность и регулируют настроение. Низкое содержание эндорфинов коррелирует с высокой потребностью в SS.

Отрицательная корреляция была получена для величины SS по субтесту — растормаживание (DIS) и уровнем половых гормонов: содержания эстрагенов и андрогенов. Более детальное изучение половых гормонов у двух групп субъектов с полярными значениями SS по шкале DIS подтвердило, что низкие значения тестостерона, эстрогена и эстрадиола сочетаются с сильно выраженной тенденцией к SS. По прогестерону группы не различались. Таким образом, исследования, выполненные на человеке и животных, показывают, что биологическими коррелятами высокой SS являются: 1) сильные ориентировочные рефлексy и слабые оборонительные, 2) низкий уровень половых гормонов, 3) низкий уровень фермента моноаминоксидазы (MAO) и 4) низкий уровень эндорфинов.

*Свойство реактивности*, основанное на концепции arousal, введено Я. Стреляу, психологом из Варшавского университета. Согласно его регулятивной теории темперамента реактивность понимается как черта темперамента, которая определяет относительно стабильную интенсивность (или величину) индивидуального ответа на стимул. Субъекты различаются реактивностью.

В свойстве реактивности заложен механизм усиления и подавления стимуляции. Я. Стреляу считает, что у высокореактивных индивидов механизм реактивности усиливает стимуляцию. У этих лиц стимулы из внешней и внутренней среды вызывают более сильные ответы по сравнению с низкореактивными субъектами. Низкореактивные субъекты, наоборот, имеют механизм для подавления стимуляции.

*Реактивность рассматривается как первичная черта темперамента*, которая определяется физиологическим механизмом, регулирующим величину стимуляции с помощью модулирующей системы мозга (arousal). Физиологический механизм реактивности — стартовая точка для проявления активности — вторич-

ной и производной черты темперамента, которая определяет энергетический уровень поведения. В активности проявляется: удовлетворение потребности индивида в стимуляции. Она определяет интенсивность и специфику целенаправленного поведения. Обычно чем выше реактивность субъекта, тем ниже его активность и наоборот.

Таким образом, понятия реактивности и активности выводятся Я. Стреляу из концепции об *оптимальном уровне активации как индивидуальном стандарте*, который достигается за счет регуляции уровня стимуляции, получаемой путем использования тех или иных форм поведения. Высокреактивные индивиды, чтобы поддерживать оптимальный уровень активации, проявляют слабую потребность в стимуляции, тогда как низкреактивные — большую потребность в стимуляции.

Исследование индивидуальных особенностей вегетативного проявления реакций активации также приводит к мысли об использовании различными индивидами различных типов (режимов) работы модулирующей системы мозга. Так, исследователи все более склоняются к необходимости выделять некоторые комплексы взаимосвязанных физиологических показателей, которыми человек может реагировать на ситуацию. Эти комплексы реагирования зависят не только от характера выполняемого задания, но и от индивидуальных психологических и физиологических особенностей лиц.

Часто исследователи выделяют две группы людей с противоположными *типами вегетативного реагирования* на физическую и информационную нагрузку. По данным Лаулера в самых разных ситуациях, таких, как прослушивание звуковых тонов, идентификация их паттернов, решение арифметической задачи, можно выделить лиц с противоположными реакциями. Одна группа лиц реагирует на сигнальные и несигнальные раздражители тоническим учащением пульса, ростом систолического давления, снижением кожной проводимости, т. е. обнаруживает преобладание симпатических реакций. Другая группа лиц в тех же условиях реагирует по парасимпатическому типу — тоническим снижением частоты сердцебиения, ростом кожной проводимости. Двумя типами вегетативного реагирования различаются также лица, принадлежащие к разным коронарным типам: А и Б, которых отличает разная степень подверженности коронарным заболеваниям. Тип А с повышенными факторами риска в отношении сердечно-сосудистых заболеваний в трудных условиях реагирует длительным учащением сердцебиения, ростом мышечной активности, обусловленными активацией симпатической нервной системы. Для типа Б характерна противоположная тенденция — тоническое снижение частоты пульса, более низкий уровень мышечного тонуса.

Таким образом, наиболее характерной чертой типа А являются высокий уровень двигательной активности и преобладание симпатических вегетативных реакций. Такая связь мотор-

ных и вегетативных показателей позволяет рассматривать комплекс симпатических реакций (рост ЧСС, увеличение кро-венаполнения сосудов скелетных мышц) как вегетативное обеспечение двигательной активности организма. Тесное взаимодействие мышечной активности с активацией симпатической нервной системы подтверждено во многих исследованиях. В этом отношении особенно интересны наблюдения Орбиста, который зарегистрировал у человека рост ЧСС при стремлении напрячь мышцы парализованной конечности.

Таким образом, наиболее определенно, по-видимому, можно говорить о двух крайних типах реагирования на нагрузку: по *симпатическому типу* с параллельным ростом двигательной активности и по *парасимпатическому типу*, сочетающегося со снижением уровня двигательной активности. Первый тип можно рассматривать как повышенную готовность к действию. Тогда как второй тип реагирования, по-видимому, характеризует меньшую готовность индивида включиться в активные формы поведения.

Индивидуальный уровень активации может быть измерен не только с привлечением вегетативных реакций, но и с помощью ЭЭГ. Для спокойного бодрствования каждого субъекта характерен свой рисунок, или паттерн, ЭЭГ (см. рис. 19, 20). Установлено, что частотные спектры фоновой ЭЭГ у человека, находящегося в состоянии бодрствования, зарегистрированной в различные дни, обнаруживают удивительное сходство и повторяемость. Другими словами, в паттерне ЭЭГ, который наиболее типичен для состояния бодрствования данного человека, отражаются его некоторые устойчивые индивидуальные характеристики.

Сегодня уже достаточно хорошо изучена динамика изменения паттерна ЭЭГ в цикле бодрствование — сон, разработана классификация различных стадий медленного и быстрого сна, описаны типы ЭЭГ для нескольких уровней бодрствования. На этом основании паттерны ЭЭГ рассматриваются в качестве надежного и обладающего высокой чувствительностью показателя изменений функционального состояния.

Следовательно, в рисунке ЭЭГ, характерном для спокойного бодрствования данного субъекта, прежде всего отражаются те устойчивые индивидуальные характеристики, которые наиболее тесно связаны с функциональным состоянием человека и поэтому могут быть определены как *ЭЭГ-выражение индивидуального уровня активации*.

Развитие генетики и особенно проведение близнецовых исследований выявили важную роль генетических механизмов в формировании индивидуального уровня активации.

Сравнительное изучение ЭЭГ на близнецах, сибсах и не родственниках показало сильную зависимость ее рисунка от генетического фактора. Установлена высокая степень сходства ЭЭГ особенно у монозиготных близнецов.

Сильное сходство ЭЭГ у близнецов сохраняется до старости. Паттерны взрослой ЭЭГ идентичны даже у близнецовых пар с довольно разным эмоциональным прошлым. Например, когда один из близнецов страдал тяжелым неврозом.

Близнецовые и семейные исследования показывают, что наследуется не только ЭЭГ с хорошо выраженным альфа-ритмом, но и другие типы ЭЭГ бодрствования, например низковольтная ЭЭГ с плохо выраженной или отсутствующей альфа-активностью в затылочной области, а также ЭЭГ, в которой альфа-волны замещены высокочастотной бета-активностью (16—19 в/с), которая, подобно альфа-ритму, в ответ на стимул обнаруживает реакцию депрессии.

В виду того что паттерн ЭЭГ отражает не только общий уровень активности мозга, но и связанное с ним течение информационных процессов, следует ожидать, что различные варианты ЭЭГ окажутся сцепленными с определенными типами интеллектуальной деятельности, а также с различными личностными особенностями. Результаты многих исследований подтверждают это.

Так, лица с хорошо выраженным и регулярным альфа-ритмом часто проявляют себя активными, стабильными и надежными людьми. Они обнаруживают высокую спонтанную активность и упорство, точность в работе, особенно в условиях стресса, хорошую кратковременную память. Однако переработка информации у них протекает не очень быстро. Другой паттерн ЭЭГ в виде низкоамплитудной активности, наблюдаемой в широком диапазоне частот, сочетается со склонностью к экстраверсии и ориентированностью на окружающих людей. Лица, обладающие данным типом ЭЭГ, отличаются хорошей пространственной ориентацией. Для людей, у которых обнаруживают тип ЭЭГ с диффузно распространенными бета-волнами, характерны низкие показатели тестов, оценивающих концентрацию внимания и аккуратность. Они делают много ошибок, несмотря на низкую скорость работы. Их устойчивость к стрессу мала.

Таким образом, паттерн ЭЭГ, характерный для конкретного человека и дающий представление о его индивидуальном уровне активации, имеет сильную генетическую детерминацию.

Дополнительные, хотя и косвенные, доказательства существования генетических механизмов регуляции функционального состояния получены при изучении наследственных факторов в формировании индивидуально-психологических свойств.

Свойство экстраверсии — интроверсии, которое, по Г. Айзенку, определяет индивидуальный уровень активации, жестко коррелирует с группой крови человека.

В группах крови проявляются особенности активации иммунной системы человека, ее способность вырабатывать определенный набор антигенов и антител. Последние являются им-

муногенетическими признаками, которые формируются уже в раннем онтогенезе.

Хорошо известные 4 группы крови человека относятся к одной из многочисленных классификаций антигенных систем, связанной с эритроцитами. Она обозначается как система АВО. 4 группы крови: I (O), II (A), III (B), IV (AB) имеют в своей основе комбинацию из 2 антигенов: A и B в эритроцитах и 2 антител ( $\alpha$  и  $\beta$ ) в плазме крови. Антигены и антитела наследуются в определенной комбинации в виде трех сцепленных признаков:  $O_{\alpha\beta}$ ,  $A_\beta$ ,  $B_\alpha$  или AB.

I группа крови, или  $O_{\alpha\beta}$ , не содержит антигенов (A и B) в эритроцитах, но содержит антитела в плазме крови ( $\alpha$  и  $\beta$ ). II группа крови, или  $A_\beta$ , имеет антиген A в эритроцитах и антитела  $\beta$  в плазме. III группа, или  $B_\alpha$ , содержит антиген B в эритроцитах и антитела  $\alpha$  в плазме крови. Наконец, IV группа, или AB, содержит только антигены A и B при отсутствии антител.

Сначала исследователи в группе Кеттелла, а затем и Айзенка обнаружили, что интроверсия значительно чаще наблюдается у лиц с группой крови AB (IV группа), в то время как нейротизм-эмоциональная нестабильность, неустойчивость связаны с группой крови B (III группа). Позже другие исследователи, применив 16-факторный тест Кеттелла, также подтвердили, что лица, имеющие группу крови B (III группу), эмоционально менее стабильны (по фактору C), более восприимчивы и чувствительны к воздействиям (фактор O), менее удовлетворены (фактор  $Q_2$ ) и более напряжены (фактор  $Q_4$ ), чем лица, имеющие комбинации антигенов и антител, присущие другим группам крови.

С особенностями иммунной системы связано не только свойство экстраверсии, но и другие индивидуально-психологические особенности человека, такие, как нейротизм, социабельность, эмпатия, склонность к риску.

В 1990 г. Сунита Ганта — индийский исследователь — на 137 донорах изучал связи групп крови со свойством экстраверсия-интроверсия и главными его компонентами: импульсивностью и социабельностью, а также с нейротизмом, склонностью к риску, эмпатией и локусом контроля. Результаты этой работы подтвердили ранее полученные данные, что лица с группой крови A (II группа) наиболее экстравертированы, они отличаются высокой импульсивностью и социабельностью. Группа крови AB (IV группа) чаще встречается у интровертов. Но, кроме того, они показали, что доноров с группой крови B (III группа) отличает не только сильно выраженный нейротизм, но и интроверсия. И наконец, у лиц с группой крови O (I группа) часто наблюдается сочетание таких качеств, как высокая социабельность, склонность к риску и высокая эмпатия.

В группах крови проявляются иммуногенетические особенности индивида, которые оказывают влияние на функции головного мозга. Иммунная система взаимодействует с центральной нервной системой через посредников, которыми прежде всего являются пептиды. Последние продуцируются костным мозгом и тимусом — вилочковой железой. Регулируя активность нейронов, пептиды иммунной системы широко используют многие общие для обеих систем гормоны и медиаторы.

Таким образом, зависимость экстраверсии, а также некоторых других индивидуально-психологических свойств человека (нейротизм, социабельность, импульсивность, склонность к риску), влияющих на индивидуальный уровень активации, от труппы крови, так же как и данные о наследуемости типа ЭЭГ, указывает на существование некоторого генетического механизма, определяющего индивидуальный уровень активации и через это участвующего в регуляции функционального состояния.

Существование лиц с различными индивидуальными уровнями активации, а также с противоположными типами вегетативного реагирования на нагрузку указывает на различие в функционировании моделирующих систем мозга. Сравнительное изучение функционального состояния лиц с полярными значениями индивидуального уровня активации позволяет определить, какой вклад ВНОСНТ каждая из субсистем активации при управлении ФС в зависимости от принадлежности к одной из полярных групп.

*Таким образом, третий методологический принцип, которому полезно следовать при изучении функциональных состояний и выявлении базальных механизмов его регуляции, — это применение дифференциально-психологического подхода. Этот принцип требует, чтобы заключение о ФС, о его соответствии оптимуму и норме выполнялось бы на основе учета индивидуально-психологических свойств человека.*