

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ, СВОЙСТВ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ, ТРЕХСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ МОЗГА В ПОНИМАНИИ ТЕМПЕРАМЕНТОВ

Курганский А.М.

ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России

НИИ Гигиены и охраны здоровья детей и подростков, г. Москва, Россия

Kurgansk@yandex.ru

АННОТАЦИЯ. Исследование посвящено интегративному подходу, связывающему темперамент с блоками теории функциональных систем. При этом выделены три ключевых поведенческих блока, последовательно сменяющих друг друга: Блок 1 – Внимание/анализ (афферентный синтез); Блок 2 – Действие (программирование и контроль); Блок 3 – Состояние покоя (после принятия результата и срабатывания акцептора результата действия). На основании этого, гипотетически темперамент рассматривается как проявление особенностей перехода между этими блоками, в процессе поведенческого цикла. При этом у меланхолика (слабость) имеются затруднения в переходе от Блока 1 к Блоку 2 от анализа к действию, что может приводить к невротизации. Холерик (неуравновешенность) имеет трудности при переходе от Блока 2 к Блоку 3 «застревает» на блоке действие, с трудом успокаиваясь, что может приводить к раздражительности. Флегматик (инертность) – затруднен переход от Блока 3 к Блоку 1 от состояния покоя к вниманию (внешним стимулам), что может проявляться апатичностью, сонливостью. Сангвиник (подвижность) легко переключается между блоками, иногда поверхностно. При этом известно, что данные особенности поведения имеют свои положительные стороны – большая функциональность соответствующего блока у каждого из темпераментов, вплоть до проявлений талантливости. Гипотетически: Блок 1 связан с Сетью выявления значимости (SN), Блок 2 – с Центральной исполнительной сетью (CEN), Блок 3 – с Дефолтной сетью мозга (DMN).

Ключевые слова: Теория функциональных систем П.К. Анохина, свойства нервной системы, трехсетевая модель мозга, Гиппократовские темпераменты.

Kurgansky A.M.

Integration of functional systems theory, properties of the nervous system, and a triple-network model of the brain in understanding temperaments

ABSTRACT. The study is devoted to the integrative approach that links temperament with the blocks of the functional systems theory. Three key behavioral blocks are identified that successively replace each other: Block 1: Attention/analysis (afferent synthesis); Block 2: Action (programming and control); Block 3: State of rest (after accepting the result and

triggering the acceptor of the result of the action). Based on this, hypothetically temperament is considered as a manifestation of the features of the transition between these blocks in the process of the behavioral cycle. In this case, a melancholic (weak) person has difficulties in the transition from Block 1 to Block 2, i.e. from analysis to action, which can lead to neuroticism. A choleric (unbalanced) person has difficulties transitioning from Block 2 to Block 3, “gets stuck” on the action block, with difficulty calming down, which can lead to irritability. For a phlegmatic person (inertia) the transition from Block 3 to Block 1, that is, from a state of rest to attention and external stimuli is difficult, which can manifest itself as apathy and drowsiness. The sanguine person (mobility) easily switches between blocks, sometimes superficially. At the same time, it is known that these behavioral features have their positive sides: greater functionality of the corresponding block for each of the temperaments, up to the point of showing talent. Hypothetically, Block 1 is associated with the Salience Network (SN), Block 2 with the Central Executive Network (CEN), and Block 3 with the Default Mode Network of the brain (DMN).

Key words: P.K. Anokhin's functional systems theory, properties of the nervous system, three-network brain model, Hippocratic temperaments.

В настоящее время, в научном поиске можно обозначить отход от классических Гиппократовских типов темперамента, с акцентом на выделение отдельных многочисленных свойств, определения ведущих свойств индивидуальности «большая двойка», «большая пятерка» и т.д. (по результатам факторного анализа) и поиска генетической базы для данных черт темперамента, при этом на Гиппократовских темпераментах основан подход Г. Айзенка.

Гипотеза, описанная в данной работе, основана на теории функциональных систем П. К. Анохина [1]. В ее основе лежит кибернетический цикл с обратной связью. При этом существуют варианты дальнейшего развития данной модели, к примеру, в вариации К.В. Судакова [2]. То есть графические представления теории Ф.С. могут различаться, при этом в данной работе следует выделить наиболее основные элементы: блок афферентного синтеза, ответственный за восприятие информации, блок программирования и контроля, сочетающий в себе функции исполнения и контроля, и блок акцептора результата действия, после положительного срабатывания которого система возвращается в состояние покоя – дефолтное состояние. В зарубежной литературе принята другая терминология, описывающая кибернетический цикл: closed-loop computation модель [8], имеющая собственную терминологию, обозначающую те же функциональные блоки кибернетического цикла.

При этом В.М. Русалову принадлежит теория [3], в которой блоки Ф.С. Анохина совмещены со свойствами нервной системы, так аффе-

рентный синтез отвечает за эргичность, блок программирования за пластичность, обратная связь за эмоциональность и т.д., но В.М. Русалов придерживался свойств нервной системы, таких как эргичность и эмоциональность, при этом свойства нервной системы разработанные И.П. Павловым в его модели не использовались.

Важно отметить, что в последние десятилетия благодаря широкому распространению систем компьютерной нейровизуализации (фМРТ и пр.) были описаны разные функции, с позиции крупномасштабных сетей мозга [4]. В данный момент популярна трехсетевая модель мозга (triple-network model), включающая сеть выявления значимости (SN - Salience Network), центральную исполнительную сеть (CEN - Central Executive Network) и дефолтную сеть мозга (DMN - Default Mode Network), что позволило, на основании выше представленных данных выдвинуть гипотезу, что данные крупномасштабные сети связаны с блоками функциональной системы П.К. Анохина, как сети, управляющие функциями мозга [5,6].

Таким образом целью данной работы является разработка гипотетической модели, описывающей особенности проявлений темпераментов на основе сочетания теории функциональных систем, свойств нервной системы и крупномасштабных мозговых сетей.

На основании литературных данных можно выдвинуть гипотезу, что сеть выявления значимости (SN) связана с работой афферентного синтеза, когда система выявляет внутренние и внешние стимулы и выбирает значимое воздействие, в ответ запуская необходимую реакцию.

Блок программирования и контроля гипотетически связан с центральной исполнительной сетью (CEN), отвечающей за управленческие функции и функции контроля. Дефолтное состояние системы связано с состоянием системы в покое, когда поведенческий акт завершен, акцептор результата действия принял полученный результат и система находится в состоянии покоя – активна (DMN).

В данной гипотезе есть нюанс, что крупномасштабная сеть и определенная функция – это понятия не тождественные. Они выявлены в покое, когда человек находится в томографе, но ряд авторов выдвигает гипотезу, что они сохраняют свою основную структуру и во время выполнения задачи [9]. Таким образом можно сказать, что в них однозначно входят структуры, которые задействованы также при мозговом обеспечении соответствующей стадии поведенческого акта.

Далее необходимо привести свойства нервной системы по И.П. Павлову [7], когда темпераментные особенности представлены в виде двоячного дерева свойств нервной системы (Рис.1.).

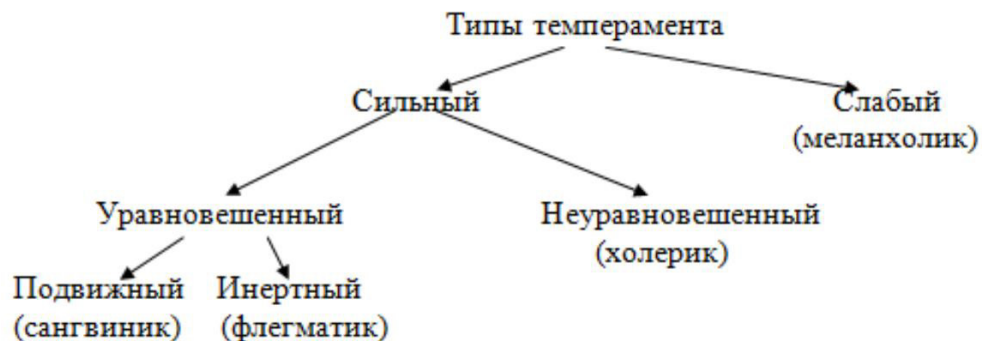


Рис.1. Свойства нервной системы по И.П. Павлову

Следуя предложенной логике, мы можем упрощенную схему теории функциональных систем развернуть линейно и наложить на схему свойств нервной системы по Павлову (Рис. 2.). Таким образом получается кибернетический цикл, а каждый выраженный темперамент – это эксцентрическое проявление, отклонение от кибернетического цикла.

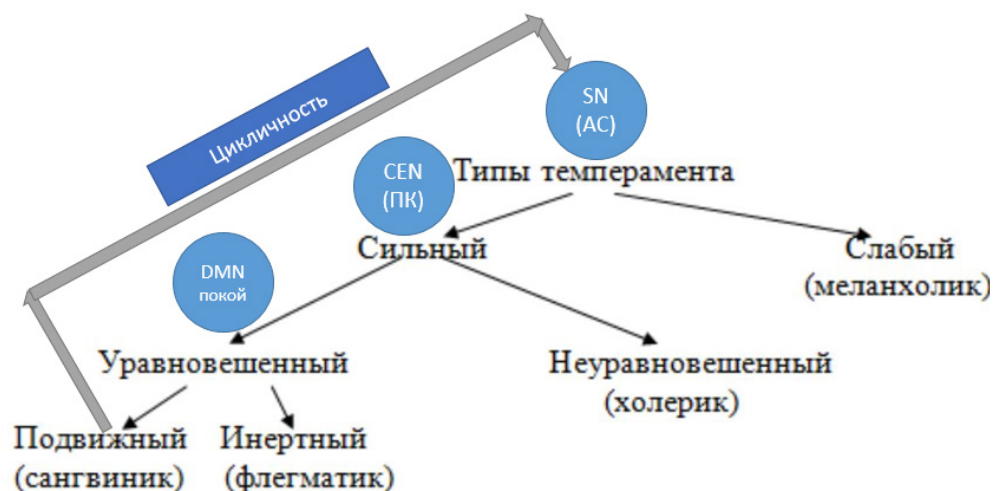


Рис.2. Сочетание свойств нервной системы по И.П. Павлову и основных блоков поведенческого цикла – функциональной системы П.К. Анохина.

Так, при воздействии стимула срабатывает блок внимания «афферентный синтез», на что возможны две основные реакции – «бифуркация» или человек реагирует «сильно» – запускает поведенческий акт и переходит к блоку программирования и контроля, или возможна «слабая» реакция – поведенческий акт не запускается (испуг, замирание – меланхолическая реакция), человек может продолжать анализировать ситуацию, не переходя к действиям, что может приводить к невротизации.

Далее в работе блока программирования и контроля возможна следующая «бифуркация» – или человек действует «уравновешенно» – после полученного результата переходит в состояние покоя – запускается дефолтная система мозга или «неуравновешенно» реакция холерика – сохраняется возбуждение блока программирования и контроля – напряжение управленческих функций, что может приводить к раздражительности.

Далее, когда человек находится в состоянии покоя (активна DMN) «получен результат» возможна следующая бифуркация или на нем (состоянии покоя) останавливается – переходит в излишнее спокойствие как флегматик (апатичная, сонливая реакция) или запускает обновление цикла – активно ищет новые стимулы. Согласно данной гипотезе, сангвиник характеризуется сбалансированностью всех трех элементов и легкостью обновления цикла, поведенческого акта, при этом может присутствовать поверхностность поведения.

То есть возможен или циклический ход поведения или эксцентрические особенности нормального цикла в его ключевых элементах, что соответствует основным темпераментам. При этом сангвиник характеризуется обновляемостью поведенческого цикла. Далее графически приводим данные рассуждения к упрощенному виду, то есть схему И.П. Павлова сочетаем с Ф.С. П.К. Анохина и получается интегральная схема соотношения темпераментов по Гиппократу и свойств нервной системы с указанием крупномасштабных сетей, обеспечивающих соответствующие функции (Рис. 3.).

При этом известно, что темпераментные черты являются и сильными сторонами человека, так, например, меланхолики, могут быть хорошими учеными, философами, композиторами и т.д., при этом темпераментные особенности могут являться основой таланта.

Отдельное место следует отвести нейромедиаторам, обеспечивающим индивидуальность, но не учтенным в данной модели. В описание нейрохимических компонентов есть в психобиологической модели индивидуальности С.Р. Клонингера [10-13].

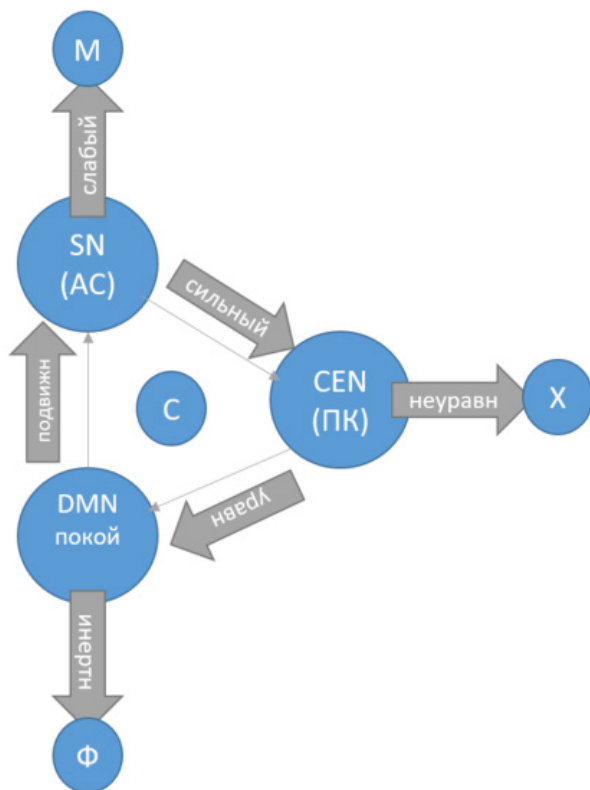


Рис. 3. Интегральная модель, объединяющая основные блоки функциональной системы П.К. Анохина и свойства нервной системы по И.П. Павлову (М – меланхолик, Х – холерик, Ф – флегматик, С – сангвиник).

И.Н. Трофимовой предложена теория «Функциональный ансамбль темперамента» [14-17], где рассматривается более широкий спектр свойств, гормонов и нейрорептиков (включая опиоиды, кортизол, окситоцин), определяющих отдельные свойства индивида. Так за ориентацию (чувствительность, эмпатию, поиск ощущений, нейротизм) отвечает гормон норадреналин, за интеграцию «программирование» (пластичность, вербальный темп, моторный темп, импульсивность) дофамин, а энергетический аспект (интеллектуальная выносливость, вербальная выносливость, моторная выносливость, самоуверенность) регулируется ацетилхолином и серотонином.

Интенсивно развивающимся направлением в нейронауке является «молекулярная психология» личности Т. Canli [18] направленная на поиск связей между геномным полиморфизмом и чертами личности Benjamin J [19].

Общеизвестно, что у экстравертов большая толерантность к норадреналину, а у интровертов к ацетилхолину. Например, высокие дозы адреналина вызывают чувство дискомфорта у меланхолика, а ацетилхолин переносится гораздо более комфортно.

Связь между особенностью регуляции нейропептидов в организме человека и индивидуально типологическими особенностями не вызывает сомнения, при этом, гипотетическое грубое упрощение что блок внимания преимущественно имеет тропность к норадреналину, блок действия к дофамину, блок дефолтного состояния системы к серотонину, а динамичность, изменчивость реакции к ацетилхолину, требует дальнейшего изучения, на основании чего этот элемент не был включен в описанную выше модель.

ВОЗМОЖНОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДАННОЙ МОДЕЛИ

Данная модель имеет в основном теоретическое значение, но на ее основании возможна разработка подходов к диагностике стресса – при стрессе каждый темперамент «проявится» по своему типу (на своем уровне поведенческого цикла) – уйдет в свойственную ему эксцентричную реакцию.

Меланхолик замрет (испугается) из-за трудности перехода к блоку программирования и контроля – возможно развитие тревожности, холерику будут свойственны психотические реакции из-за трудности возвращения в состояние покоя – развитие раздражительности, флегматик затихнет, появятся апатичность, сонливость (торможение нервной системы) из-за трудности активации блока афферентного синтеза. У сангвиника поведенческий цикл станет более легкомысленным из-за повышенной динамичности смены блоков и переключения на более поверхностные (легкомысленные) результаты. Разнообразие темпераментных проявлений можно использовать в диагностике стресса, к примеру, если флегматик стал слишком спокойным, сонным, возможно это проявление стресса, который у холерика будет проявляться противоположным образом, конфликтами, раздражительностью и пр.

Также данный теоретический подход можно применять для моделирования обработки цифровой информации, где каждый блок функциональной системы отвечает за обработку определённого вида контента [5,6]. Так клиповое восприятие (скроллинг ленты соцсетей) характерно для блока внимания/анализа, сложные игры, требующие навыков игры,

для блока программирования и контроля, спокойный контент – длительный просмотр видео, с активацией ассоциативных зон мозга для работы дефолтной системы мозга. Мобильные игры характеризуются динамичностью – сбалансированностью и кратковременностью процессов.

ВЫВОДЫ

В работе проведена интеграция теории Ф.С. Анохина, свойств нервной системы по И.П. Павлову, описывающая основные темпераментные черты.

Так темпераменту меланхолика (слабость) соответствует гиперфункция блока внимания/анализа «афферентного синтеза» с затрудненным переходом к блоку действия «программирования и контроля», что определяет слабость реакции.

Холерику (неуравновешенность) свойственна гиперреактивность блока действия «программирования и контроля» с затрудненным переходом в состояние покоя «дефолтное состояние».

Флегматику (инертность) характерно состояние покоя «дефолтное состояние» с затруднённым переходом к блоку внимания на внешние стимулы «афферентного синтеза» – инертность по отношению к новым «внешним» стимулам.

Сангвинику характерна высокая сбалансированность различных блоков, определяющая подвижность нервной системы, в то же время, приводящая к излишней легкомысленности, поверхностности.

Предложена гипотеза, что блок афферентного синтеза связан с крупномасштабной мозговой сетью выявления значимости, блок программирования и контроля центральной исполнительный сеть. Завершение работы афферентного синтеза возвращает нервную систему в состояние покоя – запускает дефолтную сеть мозга.

Предложена модель, сочетающая в себе следующие элементы: цикличность функциональной системы, свойства нервной системы, а также современное представление о крупномасштабных мозговых сетях, управляющих работой мозга.

Источник финансирования. Настоящая работа выполнена за счет средств, выделяемых для выполнения государственного задания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. М.: – Наука, – 1972.

2. Sudakov KV. The theory of functional systems: general postulates and principles of dynamic organization (dedicated to the Anokhin Centenary) // *Integr Physiol Behav Sci.* – 1997. – Vol. 32, Issue 4. P.392-414. DOI: 10.1007/BF02688634. PMID: 9502524.
3. Русалов В.М. Темперамент в структуре индивидуальности человека: Дифференциально-психофизиологические и психологические исследования. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», – 2012. – 528с.
4. Chen AC, Oathes DJ, Chang C, Bradley T, Zhou ZW, Williams LM, et al. Causal interactions between fronto-parietal central executive and default-mode networks in humans // *Proc Natl Acad Sci USA.* – 2013. – Vol. 110, –Issue 49. – P.19944–9. DOI:10.1073/pnas.1311772110.
5. Курганский А.М. Физиологическое обоснование видов экранного времени // *Российский педиатрический журнал.* – 2024. – Т. 27. – № S3. – С.84-85.
6. Храмцов, П. И., Курганский, А. М., Березина, Н. О., Чекалова, С. А., Антонова, Е. В. Нарушение сна у младших школьников при использовании различных видов цифровых устройств // *Российский вестник гигиены.* – 2024. – №4. – С. 35–40. DOI: 10.24075/rbh.2024.115
7. Павлов И.П. О типах нервной деятельности и экспериментальных неврозах. – М.: – 1954, – 101с.
8. Roth E, Sponberg S, Cowan NJ, A comparative approach to closed-loop computation // *Current Opinion in Neurobiology.* – 2014, – Vol. 25. –P.54-62, DOI:10.1016/j.conb.2013.11.005.
9. Cocchi, L., Zalesky, A., Fornito, A., & Mattingley, J. B. Dynamic cooperation and competition between brain systems during cognitive control // *Trends in Cognitive Sciences.* – 2013 – Vol. – 17. Issue. – 10. – P.493–501. DOI:10.1016/j.tics.2013.08.006
10. Cloninger, C.R., Biology of personality dimensions. *Curr. Opin. Psychiatry* – 2000. – Vol –13 – P. 611–616.
11. Cloninger, C. R. et. All. A psychobiological model of temperament and character//*Archives of General Psychiatry.* –1993. –V. 50 – № 12. – P. 975-990.
12. Cloninger, C. R. A systematic method for clinical description and classification of personality variants. A proposal//*Archives of General Psychiatry.* –1987. –V. – 44 – № 6. – P. 573-588.
13. Cloninger, C. R. The genetics and psychobiology of the seven-factor model of personality//*The biology of personality disorders*/K. R. Silk (Ed). -Arlington, VA, US: American Psychiatric Association, – 1998. – P. 63-92.
14. Trofimova, I. Functionality vs dimensionality in psychological taxonomies, and a puzzle of emotional valence. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Biology*, 2018. – 373 – (1744), doi: 10.1098/rstb.2017.0167.
15. Trofimova, I. An overlap between mental abilities and temperament traits. In: McFarland, D. (Ed.) *General and specific mental abilities.* Cambridge, UK: Cam-

bridge Scholars Publishing. Pp. – 2019 – P. 176-225. ISBN-10: 1527533107, ISBN-13: 978-1-5275-3310-3

16. Trofimova, I. Contingent tunes of neurochemical ensembles in the norm and pathology: can we see the patterns? *Neuropsychobiology*, 2021 – Vol. 80 – № 2 – P. 101-133. doi: 10.1159/000513688; PMID: 33721867

17. Trofimova, I. (2021b). Functional constructivism approach to multilevel nature of biobehavioural diversity. *Frontiers in Psychiatry*. 2021 – Vol. 12 – 641286, doi: 10.3389/fpsyt.2021.641286

18. Canli T. et. All. Toward a “molecular psychology” of personality // *Handbook of personality: Theory and research*. 3rd ed.-New York, NY: The Guilford Press, – 2008. – P. 311-327.

19. Benjamin J., Patterson L. Population and familial association between the D4 dopamine receptor gene and measures of Novelty Seeking//*Nature Genetics*. –1996. – Vol. 12 – № 1. – P. 81-84

REFERENCES

1. Anohin P.K. Principal’nye voprosy obshchej teorii funkcional’nyh sistem. M.: – Nauka, – 1972.

2. Sudakov KV. The theory of functional systems: general postulates and principles of dynamic organization (dedicated to the Anokhin Centenary) // *Integr Physiol Behav Sci*. – 1997. – Vol. 32, Issue 4. P.392-414. DOI: 10.1007/BF02688634. PMID: 9502524.

3. Rusalov V.M. Temperament v strukture individual’nosti cheloveka: Differencial’no-psihofiziologicheskie i psihologicheskie issledovaniya. – M.: Izd-vo «Institut psihologii RAN», – 2012. – 528s.

4. Chen AC, Oathes DJ, Chang C, Bradley T, Zhou ZW, Williams LM, et al. Causal interactions between fronto-parietal central executive and default-mode networks in humans // *Proc Natl Acad Sci USA*. – 2013. –Vol. 110, –Issue 49. – P.19944–9. DOI:10.1073/pnas.1311772110.

5. Kurganskij A.M. Fiziologicheskoe obosnovanie vidov ekrannogo vremeni // *Rossijskij pediatricheskij zhurnal*. – 2024. – T. 27. – № S3. – S.84-85.

6. Hramcov, P. I., Kurganskij, A. M., Berezina, N. O., Chekalova, S. A., Antonova, E. V. Narushenie sna u mladshih shkol’nikov pri ispol’zovanii razlichnyh vidov cifrovyyh ustrojstv // *Rossijskij vestnik gigieny*. – 2024. – №4. – S. 35–40. DOI: 10.24075/rbh.2024.115

7. Pavlov I.P. O tipah nervnoj deyatel’nosti i eksperimental’nyh nevrozah. – M.: – 1954, – 101s.