

14. Ван Ольст Э.Х., Орлебеке Д.Ф., Фоккема С.Д. Роль ориентировочного рефлекса в генерализации условной кожно-гальванической реакции // Нейронные механизмы ориентировочного рефлекса. М., 1970.
15. Пайяр Ж. Применение физиологических показателей в психологии // Экспериментальная психология / Под ред. П. Фресса и Ж. Пиаже. М., 1970. Вып. 3.
16. Аракелов Г.Г., Шотт Е.К. КГР как проявление эмоциональных, ориентировочных и двигательных составляющих стресса // Психологический журнал. 1998. Т. 19. № 4.
17. Barry R.J. Novelty and significance effects in the fractionation of phasic OR measures: A synthesis with traditional OR theory // Psychophysiology. 1982. V. 19. № 1.
18. Несмелова Н.Н., Бушов Ю.В. Влияние индивидуальных психофизиологических особенностей человека на характер ориентировочного рефлекса // Сибирский психологический журнал. 1996. Вып. 2.
19. Кочубей Б.И. Влияние генотипа и среды на индивидуальные особенности ориентировочной реакции человека // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 1985. Т. 35. Вып. 3.
20. Zuckerman M., Simons R.F., Comot P.G. Sensation seeking and stimulus intensity as modulators of cortical, cardiovascular, and electrodermal response: a cross-modality study. Person. Individ. Diff. 1988. V. 9. № 2.
21. Пономаренко В.А., Завалова Н.Д. Практическая психология. Проблемы безопасности летного труда. М., 1994.
22. Рожков В.П., Анурова И.А. Динамика сердечного ритма во сне у детей раннего возраста при восприятии тональных раздражителей // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 1.
23. Сербиненко М.В., Алимьян Э.С. Оценка интегративной деятельности мозга на примере ориентировочной реакции // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. 1973. Т. LIX. № 6.

УДК 612.821

Н.Н. Несмелова

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА К ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКЕ

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Одной из ключевых проблем экологии человека является проблема адаптации. Быстрое изменение окружающей среды, социальные потрясения, особенности образа жизни вступают в противоречия с биологическими особенностями человека и предъявляют повышенные требования к резервам адаптации. Современный этап развития общества отмечен ростом психических нагрузок, связанных с необходимостью переработки больших объемов информации в сочетании с постоянно возрастающей ответственностью человека за принимаемые решения. В связи с этим особую актуальность приобретает изучение индивидуальных особенностей и механизмов адаптации человека к информационной нагрузке. С решением этой проблемы связаны возможности как оценки резервов адаптации человека, так и прогноза эффективности его деятельности в различных условиях.

Известно, что адаптация человека к различным воздействиям зависит от его индивидуальных особенностей. Для поведенческой адаптации наиболее важны особенности переработки информации, связанные с психофизиологической регуляцией деятельности мозга

[1, с. 455–484]. В основе поведенческой адаптации лежит ориентировочный рефлекс (ОР), который тесно связан с механизмами восприятия, внимания и памяти [2, 3, 4].

Современные исследователи определяют ОР как простейшую форму поведения в ситуации неопределенности, в которой отражаются наиболее фундаментальные черты и функциональная организация ориентировочно-исследовательской деятельности. Этот рефлекс характеризуют как совокупность процессов организации любого нового действия при изменении среды или потребностей организма. Он возникает при значимом для индивида рассогласовании сенсорной информации с нервной моделью ближайшего будущего и направлен на преодоление возникшей неопределенности путем лучшего ознакомления с объектом или устранения от контакта с ним. Таким образом, понятие “ориентировочный рефлекс” объединяет совокупность ориентировочно-исследовательских и оборонительных реакций, которые большинством ученых рассматриваются как отдельные, но часто взаимосвязанные рефлексы [3, 5, 6].

Биологическое значение ориентировочно-исследовательской реакции заключается в обеспечении на-стройки анализаторов на лучшее восприятие незнакомого сигнала и подготовке мозговых структур к обработке поступившей информации [5]. Ориентировочно-исследовательская реакция облегчает процесс установления временных связей, способствуя образованию новых условных реакций [7, с. 70–79].

Ориентировочно-исследовательская реакция подчиняется «закону силы»: при возрастании интенсивности стимула увеличивается сила ответа. Однако при стимулах, близких к пороговому значению интенсивности для данного анализатора, может наблюдаться более сильная реакция, чем при использовании сигналов средней интенсивности. Е.Н.Соколов указывает, что при достижении определенных значений интенсивности сигнала ориентировочно-исследовательская реакция сменяется оборонительной [5].

Оборонительную реакцию определяют как функциональную систему, которая начинает действовать при наличии реальной или потенциальной угрозы целостности организма или личности, и направлена на устранение этой угрозы [8, с. 87–88]. Возникая в ответ на неприятные, болезненные сигналы или сигналы большой интенсивности, оборонительная реакция стремится устранить или уменьшить их действие. По данным Е.Н.Соколова [5] сигнал, используемый в экспериментальных условиях для вызова оборонительной реакции, должен превосходить пороговый в 8 и более раз. Граница интенсивности между звуковыми сигналами, вызывающими ориентировочно-исследовательскую и оборонительную реакции, лежит, по данным этого автора, в области 90 дБ. В то же время, характер реакции в конкретной ситуации может быть связан с новизной и неожиданностью стимула, с индивидуальными особенностями и с доминирующей потребностью субъекта [6].

Согласно современным представлениям, возникновение ориентировочно-исследовательской и оборонительной реакции связано с различными системами активации в ЦНС: эмоциональной и неэмоциональной. По мнению Н.Н. Даниловой [9], природный баланс этих систем определяет преобладание индивидуального способа реагирования на внешние сигналы и события. Система эмоциональной активации, связанная с оборонительной реакцией, включает гиппокамп и лимбические структуры мозга, а система неэмоциональной активации, участвующая

в возникновении ориентировочно-исследовательской реакции, представлена неспецифической активирующей системой таламуса и активирующей системой среднего мозга. И.Н. Грызлова и Б.И. Кочубей [8] предполагают, что одним из механизмов оборонительной реакции является активное торможение переработки информации. На психологическом уровне этот механизм проявляется в виде эмоции страха, появление которого связано с неопределенностью, дефицитом информации.

Ориентировочный рефлекс является целостной, центрально интегрированной реакцией [7], включающей в себя электроэнцефалографические, двигательные, секреторные, сенсорные и вегетативные компоненты [10]. При изучении ОР человека особый интерес представляют вегетативные компоненты, в число которых входят сосудистые, кожно-гальванические, сердечные и дыхательные реакции. По мнению Р. Наатанена [11], вегетативные компоненты ориентировочного рефлекса не позволяют подробно проанализировать последовательность информационных процессов и не могут отражать пространственный паттерн реакции. В то же время некоторые из них, в частности, динамика ЧСС, могут оказаться высокоинформативным показателем по отношению к временному паттерну ОР.

Большинство исследователей связывает ориентировочно-исследовательскую реакцию человека с уменьшением ЧСС [3, 12, 13], хотя имеются указания на возможность повышения ЧСС во время генерализованной фазы этой реакции [14, с. 49–54]. Замедление ЧСС связывают с «открыванием» сенсорных входов при направлении внимания на внешний сигнал, а учащение – с «закрыванием» входов, устранением от раздражителя в оборонительной ситуации или при переходе к обработке и оценке сигнала путем обращения к прошлому опыту [15]. Одновременное развитие процессов восприятия и оценки раздражителя может приводить к отсутствию изменений ЧСС, что не свидетельствует об отсутствии реакции, а является результатом взаимодействия различных операций при ориентировочном рефлексе [3].

Динамику ЧСС при появлении сигналов разной модальности и интенсивности часто описывают как кривую, состоящую из трех компонентов. Сразу после начала действия сигнала наблюдается коротколатентное замедление сердечного ритма с латентным периодом до пика примерно 1,5 с, сменяемое ускорением

(латентный период до пика примерно 4 с), за которым вновь следует замедление [15, 16]. Замедление сердечного ритма обычно относят к системе ориентировочно-исследовательской реакции, а ускорение считают маркером оборонительной [15, 16, 17].

По данным Е.Н.Соколова [5], для ориентировочно-исследовательской реакции характерно постепенное сужение сосудов конечностей, возникающее с латентным периодом 2–2.5 с после предъявления стимула. Одновременно наблюдается расширение сосудов головы, которое характеризуется большей длительностью, меньшей скоростью нарастания и падения, а также большим латентным периодом, чем реакция сосудов конечностей. По мнению автора, сосудистые компоненты ориентировочно-исследовательской реакции обеспечивают перераспределение баланса крови в пользу снабжения ее мозговых клеток корковых отделов анализаторов за счет кожных покровов, как одного из депо крови. В отличие от противоположно направленных сосудистых изменений, характерных для ориентировочно-исследовательской реакции, при оборонительной реакции сосуды головы сужаются, как и сосуды конечностей. В ряде работ исследователи не смогли подтвердить результаты Е.Н. Соколова. Согласно данным G. Turpin [13, р. 1–14], при воздействии звуковых сигналов интенсивностью 60 дБ и 110 дБ наблюдаются аналогичные коротколатентные реакции: сужение сосудов руки и расширение сосудов головы (латентный период до пика примерно 7 с с момента включения сигнала). При действии сигнала интенсивностью 110 дБ кроме коротколатентных имели место длиннолатентные реакции сужения сосудов головы и руки с латентными периодами до пика примерно 25–30 с от момента включения звука. Автор считает, что коротколатентные сосудистые реакции относятся к ориентировочно-исследовательской, а длиннолатентные – к оборонительной реакции.

Надежное разграничение ориентировочно-исследовательской и оборонительной реакции важно при исследованиях восприятия и внимания. В качестве критериев разграничения этих реакций Е.Н. Соколов [5] предлагал использовать характер сосудистых реакций головы и невозможность угашения оборонительной реакции, F.K. Graham [12, р. 137–167] – характер и скорость угашения сердечного компонента реакции. Согласно его схеме, ориентировочно-

исследовательская реакция характеризуется замедлением ЧСС и быстрым угашением, оборонительная реакция – ускорением ЧСС с латентным периодом более 2 с и медленным угашением. G.Turpin [13, р. 1–14] описывал в качестве характерных признаков ориентировочно-исследовательской реакции замедление ЧСС и однонаправленные сосудистые реакции головы и руки, в качестве признаков оборонительной реакции – длиннолатентное увеличение ЧСС и длиннолатентные однонаправленные сосудистые реакции руки и головы (латентный период около 30 с). Оборонительная реакция в опытах этого исследователя быстро угасала. В итоге автор [13] пришел к выводу о невозможности разграничения ориентировочно-исследовательской и оборонительной реакций по вегетативным компонентам и о необходимости дополнительного учета поведенческих и субъективных показателей.

Анализ проведенных исследований позволяет предположить, что неудачные попытки разграничения ориентировочно-исследовательской и оборонительной реакций по вегетативным компонентам объясняются влиянием на характер ОР, помимо параметров стимула, таких факторов, как индивидуальные особенности и функциональное состояние человека. По мнению Т.А. Ратановой, одни и те же раздражители могут вызывать у одних испытуемых ориентировочно-исследовательскую, а у других – оборонительную реакцию [18].

Б.И. Кочубей [15, с. 428–434] указывает, что для ориентировочного рефлекса человека характерна значительная индивидуальная вариабельность, обусловленная влиянием генетических факторов и условий среды. Генотип существенно влияет на характеристики КГР (амплитуду, латентный период, скорость угашения), а также на амплитуды вызванных потенциалов и на те сердечные компоненты ориентировочного рефлекса, в основе которых лежит активность симпатической нервной системы.

В ряде исследований показано, что характер ОР связан со свойствами нервной системы [19], с темпераментом и типом высшей нервной деятельности [20, с. 66–69], с особенностями вегетативной регуляции человека [21, с. 243–263]. В этих работах, как правило, рассматриваются индивидуальные особенности электроэнцефалографических коррелятов ОР и кожно-гальванической реакции, при этом практически не уделяется внимания особенностям сердечно-

го, сосудистого и дыхательного компонентов.

В то же время, именно комплексная регистрация вегетативных компонентов указывается Ф.И. Случевским с соавторами как перспективное направление исследований ОР в норме и патологии [22, с. 38–45]. По мнению А.М. Вейна [23], ключом к пониманию закономерностей регуляции многих функциональных систем организма являются взаимодействия психических процессов и вегетативных реакций. Следует отметить, что индивидуальные особенности ОР рассматриваются как возможные детерминанты психофизиологической надежности человека-оператора [24, с. 238–247], но этот вопрос до сих пор практически не изучен.

В лабораторных условиях для вызова ОР используют сигналы различной природы: звуковые, зрительные, тактильные, электрокожные и проприорецептивные. Вегетативные и электроэнцефалографические компоненты ОР человека на стимулы разной модальности сходны между собой и характеризуются одними и теми же закономерностями (динамика угасания, зависимость от силы стимула и от индивидуальных особенностей испытуемых) [5, 10].

Данная работа посвящена изучению возможностей разграничения ориентировочно-исследовательской и оборонительной реакций по вегетативным компонентам, а также исследованию зависимости характера реакции от индивидуальных-типологических особенностей человека.

Для решения поставленных задач анализировали эмпирические данные, полученные в ходе лабораторного исследования вегетативных компонентов ОР человека на звуковые сигналы интенсивностью 60 дБ и 100 дБ, частотой 1 000 Гц, длительностью 10 с. У всех участников исследования (112 студентов мужского пола) дополнительно определяли комплекс психофизиологических характеристик (особенности темперамента, вегетативной регуляции и функциональной асимметрии) [25, с. 67].

Классификация ориентировочно-исследовательских и оборонительных реакций человека проводилась путем дискриминантного анализа, в качестве обучающих выборок были использованы показатели, характеризующие динамику частоты сердечных сокращений (ЧСС), периода дыхания и времени нарастания анакроты реограммы пальца руки в ответ на звуковые сигналы интенсивностью 60 дБ и 100 дБ. Так как 90 дБ считается условной границей интенсивности для звуковых сигналов, вызывающих у че-

ловека ориентировочно-исследовательские и оборонительные реакции [5], предполагалось, что у большинства испытуемых звук интенсивностью 60 дБ вызовет ориентировочно-исследовательскую, а звук интенсивностью 100 дБ – оборонительную реакцию. В результате анализа построена модель, включающая три наиболее информативных индекса:

- коротколатентное замедление ЧСС: максимальное снижение ЧСС за первые 4 с с момента начала действия стимула (КЗСР);
- длиннолатентное замедление ЧСС: максимальное снижение ЧСС за период с 5-й по 30-ю секунды с момента прекращения действия стимула (ДЗСР);
- изменение периферического кровотока: минимальное значение времени нарастания анакроты реограммы руки в период действия стимула (ИПК).

Все показатели определялись в процентах к среднефоновым значениям соответствующего показателя за 10 с перед началом действия стимула.

С помощью полученной модели обучающие выборки были переклассифицированы. Оказалось, что в ответ на сигнал интенсивностью 60 дБ 80 % испытуемых демонстрировали ориентировочно-исследовательскую и 20% – оборонительную реакцию, а в ответ на сигнал интенсивностью 100 дБ 26 % – ориентировочно-исследовательскую и 74 % – оборонительную.

Для того чтобы проверить правильность работы классификатора, дискриминантные функции были использованы для классификации 72 реакций на звуки умеренной интенсивности (60 и 80 дБ), полученных нами ранее [26, с. 75–76] и не входивших в обучающую выборку. В этой серии, наряду с другими вегетативными показателями, регистрировалась реоэнцефалограмма в лобно-затылочном отведении, что позволяло оценить изменения степени кровенаполнения сосудов головы по динамике времени нарастания анакроты реоэнцефалограммы. Предполагалось, что сигналы интенсивностью 60 и 80 дБ будут вызывать у большинства испытуемых ориентировочно-исследовательскую реакцию, которая сопровождается расширением сосудов головы [5]. Однако при анализе интегральных кривых динамики времени нарастания анакроты реоэнцефалограммы во время и после действия этих сигналов не удалось получить ожидаемой картины. После того как индивидуальные реакции были классифицированы, оказалось, что в группе ориентировочно-исследова-

тельских реакций во время действия стимула действительно происходил рост, а в группе оборонительных реакций – снижение времени нарастания анакроты реоэнцефалограммы по сравнению со среднефоновыми значениями этого показателя ($p < 0,05$, критерий Манна-Уитни). Таким образом, результаты классификации находятся в соответствии с данными Е.Н. Соколова [5], согласно которым ориентировочно-исследовательские реакции сопровождается повышением, а оборонительные – снижением кровенаполнения сосудов головы.

Каноническая переменная (КП_р), то есть линейная комбинация исходных переменных, по которой разделяемые группы ориентировочно-исследовательских и оборонительных реакций имели наибольшие различия, выглядела следующим образом:

$$КП_r = 0,5 * КЗСР - 0,5 * ДЗСР - 0,9 * ИПК.$$

Характер распределения канонической переменной был близок к нормальному (критерий Колмогорова-Смирнова: $p > 0,2$), то есть большинству индивидуальных реакций соответствовали средние значения. Таким образом, следует говорить не о дискретных типах реагирования, а об относительном вкладе функциональных систем ориентировочно-исследовательской и оборонительной реакции в организацию ответа. При этом показателем активности функциональной системы ориентировочно-исследовательской реакции может служить степень коротколатентного замедления ЧСС, а показателем активности функциональной системы оборонительной реакции – степень длиннолатентного замедления ЧСС и сужения периферических сосудов.

Изучение возможного влияния индивидуальных особенностей человека на вегетативные компоненты показало, что уровень активирован-

ности ЦНС, темперамент, особенности функциональной асимметрии и вегетативной регуляции нелинейно связаны с характеристиками сердечного, сосудистого и дыхательного компонентов ОР, при этом обнаружены эффекты взаимодействия свойств индивидуальности между собой и с интенсивностью сигнала. Индивидуальные особенности человека, влияющие на характер реакции, выделяли с помощью канонического корреляционного анализа. Оказалось, что комплекс, связанный с высокой активностью функциональной системы ориентировочно-исследовательской реакции, включает симпатотоническую направленность вегетативной регуляции или мезотонию, выраженную мануальную асимметрию с преобладанием правой руки и низкую активированность ЦНС. Комплекс, связанный с высокой активностью оборонительной реакции, включает противоположные признаки: парасимпатотоническую направленность вегетативной регуляции, невыраженную мануальную асимметрию или преобладание левой руки и высокую активированность ЦНС.

Таким образом, использование методов многомерного статистического анализа позволило четко выделить вегетативные компоненты ориентировочно-исследовательской и оборонительной реакции. При этом показано, что индивидуальные реакции человека на звуковые стимулы имеют, как правило, промежуточный характер, то есть в их организацию вносят вклад обе функциональные системы. Выделены комплексы индивидуальных особенностей человека, связанные с активностью этих функциональных систем. Выяснение зависимости структуры ОР от индивидуальных психофизиологических особенностей имеет большое значение для прогноза состояния и работоспособности человека в условиях информационной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василевский Н.Н., Сороко С.И., Зингерман А.М. Психофизиологические основы индивидуально-типологических особенностей человека. В кн.: Механизмы деятельности мозга человека. Ч.1. Нейрофизиология человека / Под ред. Н.П. Бехтерева. Л., 1988.
2. Голубева Э.А. Способности и индивидуальность. М., 1993.
3. Дубровинская Н.В. Нейрофизиологические механизмы внимания. Л., 1985.
4. Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения. М., 1981.
5. Соколов Е.Н. Восприятие и условный рефлекс. М., 1958.
6. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. М., 1981.
7. Аракелов Г.Г., Шотт Е.К. КГР как проявление эмоциональных, ориентировочных и двигательных составляющих стресса // Психологический журнал. 1998. Т. 19. № 4.
8. Грызлова И.Н., Кочубей Б.И. О возможном психофизиологическом механизме оборонительной реакции // Дефектология, психофизиология, дифференциальная психофизиология. Тезисы докладов к VII съезду Общества психологов СССР. М., 1989.
9. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М., 1992.

10. Виноградова О.С. Ориентировочный рефлекс и его нейрофизиологические механизмы. М., 1961.
11. Наатанен Р. Внимание и функции мозга. М., 1998.
12. Graham F.K. Distinguishing between orienting, defense and startl reflexes // In.: The orienting reflex in human / Eds. H.Kimmel et. al. Hillsdale (N.J.), 1979.
13. Turpin G. Effects of stimulus intensity on autonomic responding: the problem of differentiating orienting and defence reflexes // Psychophysiology. 1986. V. 23. № 1.
14. Тихомирова И. В. Формы активации и особенности стиля познавательной деятельности // Психология и психофизиология индивидуальных различий в активности и саморегуляции поведения человека. Сб. науч. трудов. Свердловск, 1985.
15. Кочубей Б.И. Влияние генотипа и среды на индивидуальные особенности ориентировочной реакции человека // Журнал ВНД им. И.П. Павлова. 1985. Т. 35. Вып. 3.
16. Eves F.F., Gruzeller J.H. Individual Differences in the Cardiac Response to High Intensity Auditory Stimulation // Psychophysiology. 1984. V. 21. № 3.
17. Turpin G. & Siddle D.A.T. Effects of stimulus intensity on Cardiovascular Activity // Psychophysiology. 1983. V. 20. № 6.
18. Ратанова Т.А. Субъективное шкалирование и объективные физиологические реакции человека. М., 1990.
19. Небылицин В.Д. Основные свойства нервной системы человека // В.Д. Небылицин. Избранные психологические труды / Под ред. Б.Ф. Ломова. М., 1990.
20. Голубева Э.А. Структура индивидуальности в аспекте единства природного и социального факторов. - В сб.: Природа психического: тезисы докладов. Пермь, 1994.
21. Суворова В.В. О связи показателей электроэнцефалограммы с индивидуальными особенностями вегетативного реагирования // Проблемы дифференциальной психофизиологии. М., 1974. Т. VIII.
22. Случевский Ф.И., Борисова М.Г., Карпова А.Н. Некоторые результаты клинического применения нового подхода к количественному анализу компонентов ориентировочной реакции // Новое в морфологии и клинической патологии вегетативной нервной системы. Труды Ленинградского санитарно-гигиенического медицинского института. 1974. Т. 104.
23. Вейн А.М., Соловьева А.Д. Лимбико-ретикулярный комплекс и вегетативная регуляция. М., 1973.
24. Небылицин В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления // Хрестоматия по инженерной психологии. М., 1991.
25. Несмелова Н.Н., Бушов Ю.В. Влияние индивидуальных психофизиологических особенностей человека на характер ориентировочного рефлекса // Сибирский психологический журнал. 1996. Вып. 2.
26. Несмелова Н.Н., Бушов Ю.В. Индивидуально-типологические особенности ориентировочной реакции человека // Проблемы нейрокибернетики. Ростов-на-Дону, 1992.