

# ФАКТОРЫ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ

**П.А. Байгужин**  
ЧГПУ, г. Челябинск

**Выявлены причины, определяющие результативность психофизиологического исследования функционального состояния центральной нервной системы у студенток. Диагностика функционального состояния ЦНС с помощью аппаратно-программных комплексов должна проводиться сообразно условиям или требованиям, предъявляемым к специфике деятельности, со строгим учетом модуляции значимого сигнала при тестировании сенсомоторных реакций.**

*Ключевые слова: психофизиологическое исследование, сенсомоторные реакции, артефакт.*

Психофизиологическое обследование является инструментом, позволяющим определить состояние, отражающее способ обеспечения высших психических функций, интегральным выражением которых является осознанная, социально обусловленная поведенческая деятельность [6]. Последнюю целесообразно рассматривать как результат адаптации, обуславливающий при адекватном ее течении эффективную профессиональную деятельность.

Проблема охраны и формирования здоровья лиц молодого возраста обусловлена множеством значимых факторов, определяющих собственно состояние здоровья. Реформирование системы образования, отражающее постоянную интенсификацию информационных нагрузок, является отягчающим фактором адаптации организма учащегося к условиям образовательной среды.

Проводимый во многих образовательных учреждениях мониторинг состояния здоровья участников образования и условий образовательной среды решает задачи, в целом направленные на оптимизацию выявленных аномальных результатов, или несоответствующих неким стандартам. Принятию соответствующих управленческих решений (содержания деятельности системы менеджмента качества образовательного учреждения) предшествует анализ полученных в ходе мониторинговых исследований результатов. Важнейшим фактором обеспечения высокого качества профессиональной подготовки выпускников вузов является активная учебно-трудовая и познавательная деятельность студентов.

Деятельность студентов связана с периодическим, относительно длительным воздействием пороговых значений социальных, экологических, информационных, гигиенических факторов. Несответствие индивидуально-типологических особенностей студентов требованиям когнитивной

деятельности сопровождается негативными эмоциями, перенапряжением физиологических и психических функций, а следовательно, нарушением эффективности и качества учебной деятельности [5, 7]. Результаты исследований свидетельствуют о том, что здоровье человека напрямую связано с его работоспособностью и утомляемостью. Отсюда важными для планирования и прогнозирования качества учебно-профессиональной, в том числе оптимизирующей деятельности, являются вопросы подбора и реализации адекватных указанным целям методов диагностики и анализа показателей функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) обучающейся молодежи.

**Цель работы** заключается в выявлении факторов, определяющих результативность психофизиологического исследования функционального состояния ЦНС у студенток.

**Методика исследования.** Обследование проводилось на добровольной основе в соответствии с общими биоэтическими требованиями в стационарных условиях на базе лаборатории «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным условиям среды» ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет». В обследовании приняло участие 30 практически здоровых студенток, средний возраст которых составил  $20 \pm 1,1$  лет.

Оценку функционального состояния ЦНС у студенток получали с помощью метода Т.Д. Лоскутовой (1975) с модификацией, реализованной в автоматизированных методиках АПК «НС-ПсихоТест» (НейроСофт, г. Иваново) – тесте «Простая зрительно-моторная реакция» (ПЗМР) и вариационной хронорефлексометрии в модификации М.П. Мороз (табл. 1) [2]. Кроме того, использовали методику «Критическая частота слияния мельканий» и тест «Сложная зрительно-моторная реакция». Используемые сертифицированные про-

Сопоставление параметров систем оценки функционального состояния центральной нервной системы

Параметр	ПЗМР НС-ПсихоТест	Методика М.П. Мороз
Условия тестирования (по материалам инструкции)	В ответ на появление светового сигнала в зрительной трубе необходимо максимально быстро нажимать на кнопку пальцем ведущей руки	Необходимо максимально быстро нажимать средними пальцами обеих рук на определенные клавиши клавиатуры ПК в ответ на появление в центре экрана белых квадратов
Предъявляемые сигналы, кол-во		21
Продолжительность стимула, с		1
Межстимульный интервал, с		2–4
Время тестирования, с (M±s)	59,4 ± 2,3	63,1 ± 1,2

граммы тестирования полностью автоматизированы: предъявление инструкции, стимульного материала, реагирование испытуемого, обработка результатов и заключение о работоспособности ЦНС реализованы на базе персонального компьютера в реальном времени. Испытуемые проходили тестирование последовательно: тест ПЗМР → вариационная хронорефлексометрия (в модификации М.П. Мороз).

Анализировались показатели латентного периода сенсомоторной реакции (ЛП СМР, мс), функционального уровня нервной системы (ФУС, усл. ед.), устойчивости нервной реакции (УР, усл. ед.), уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ, усл. ед.). С целью унификации анализа данных использованы показатели, полученные при работе ведущей рукой испытуемого (в ходе наблюдения). Кроме того, результаты тестирования оценивались с позиций качественной характеристики – автоматизированного заключения.

Математическая обработка результатов исследования проводилась при помощи программного обеспечения Microsoft Excel 2010 с использованием общепринятых методов вариационной статистики. Уровень достоверности различий изучаемых показателей определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение.

Время сенсомоторной реакции является одним из важных психофизиологических показателей и характеризует быстроту возникновения и исчезновения возбуждения и торможения, максимальную частоту генерации нервных импульсов. Данные, представленные в табл. 2, демонстрируют достоверно значимые различия показателей латентного периода, полученных различными методиками. Основанием указанных различий, вероятно, служит модуляция воспринимаемого сигнала. Условия тестирования, предусмотренные тестом ПЗМР АПК «НС-ПсихоТест» практически исключают иную зрительную стимуляцию, максимально сужая поле зрения испытуемого. Концентрация внимания в условиях ожидания значимого сигнала значительно увеличивает скорость зрительно-

моторной реакции испытуемого. Требования инструкции вариационной хронорефлексометрии приближают испытуемого к условиям работы оператора персонального компьютера. Увеличение поля зрения повышает уровень требований к мобилизации и готовности системы зрительной помехоустойчивости испытуемого, с одной стороны, с другой, вероятно, повышает напряженность работы, связанной с сосредоточенным наблюдением за возникновением в неопределенное время значимого сигнала [1]. Данные предположения подтверждаются относительно высокими коэффициентами вариации значений интегральных показателей оценки функционального состояния ЦНС у студентов.

Анализ интегральных показателей ФУС, УР и УФВ у студентов, на наш взгляд, существенно снижает значимость оценки функционального состояния ЦНС по показателю латентного периода зрительно-моторной реакции. Так, характеристика функционального состояния ЦНС у студентов по основному показателю – УР, полученного с помощью теста ПЗМР АПК «НС-ПсихоТест», качественно превосходит заключение о работоспособности, полученного в результате тестирования по методике М.П. Мороз (см. табл. 2).

С позиций указанного выше, практический интерес представляет анализ распределения студентов с низким уровнем показателей функционального состояния ЦНС в зависимости от метода оценки (см. рисунок). По методике М.П. Мороз, почти у трети обследуемых выявлен низкий уровень устойчивости нервной реакции, указывающий на сниженный уровень работоспособности. Тогда как результаты тестирования на АПК «НС-ПсихоТест» в 14 % случаев указывают на низкий уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ), что в два раза больше результатов распределения по данному качеству, полученного по методике М.П. Мороз.

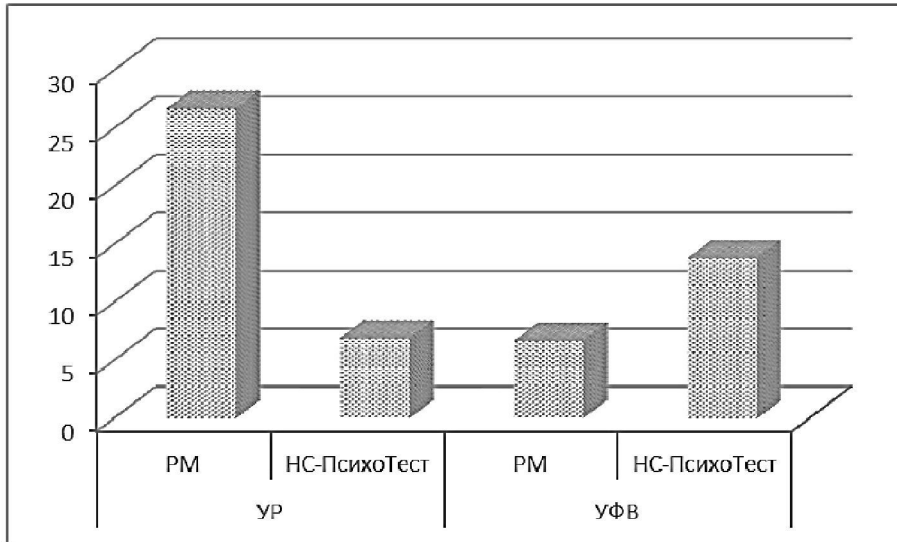
Полученные данные ставят под сомнение вопрос о возможности замещения результатов тестирования по сравнимым методикам оценки функционального состояния ЦНС, решение которого имеет прикладной характер ( $r = -0,33$  при

Таблица 2

Показатели оценки функционального состояния ЦНС у студентов,  $M \pm m$  (CV, %)

Показатель	ПЗМР НС-ПсихоТест	Методика М.П. Мороз
ЛП СМР, с	231,3 ± 4,33 ** (10,3)	285,2 ± 5,70 (10,9)
ФУС, усл. ед.	3,37 ± 0,08 ** (13,2)	2,64 ± 0,04 (7,7)
УР, усл. ед.	2,01 ± 0,08 * (20,5)	1,68 ± 0,14 (44,7)
УФВ, усл. ед.	3,58 ± 0,08 ** (12,2)	2,96 ± 0,14 (26,4)

Значимость достоверности различий: \* – при уровне  $p < 0,05$ ; \*\* – при  $p < 0,001$ .



Распределение студентов с низким уровнем показателей функционального состояния ЦНС в зависимости от метода оценки, %

$p > 0,05$ ). Аргументом «против» взаимозаменяемости методик выступает качественный анализ полученных данных. По показателю УР выявлено 56,7 % случаев несовпадения заключений, по УФВ – 56,7 %, соответственно.

Кроме того, среди факторов, определяющих степень результативности психофизиологического исследования функционального состояния ЦНС обследуемых, выделяют так называемый «феномен инвариабельности». Последний характеризует снижение дисперсии значений показателей физиологических функций, формирующееся при активации центральных регулирующих механизмов и систем вегетативного обеспечения и отражающее состояние мобилизации организма. В то же время существенное возрастание дисперсии показателей (например, вариабельности кардиоритмов за стандартное время регистрации ЭКГ при увеличении мощности нагрузки и развитии утомления) следует рассматривать как свидетельство снижения мощности реакций адаптивного реагирования и развития дискоординации функций [6].

Использование аппаратно-программных комплексов позволяет получить достоверные объективные данные обследования с последующим представлением готового отчета, содержанием которого является заключение о текущем состоя-

нии функциональной системы и в целом организма. Такой принцип работы аппаратно-программных комплексов в большинстве случаев скрывает, но не исключает рутинные этапы обработки данных в реальном времени, самостоятельной аналитической деятельности исследователя, проверку статистических характеристик выборки данных и др.

Объективными факторами, определяющими результат тестирования, и в частности вариабельность значений показателей психофизиологических функций, принято считать:

- соблюдение требований по стандартизации тестовых нагрузок;
- условия проведения обследования (микrokлиматические показатели, освещенность, наличие сбивающих факторов и др.);
- текущее функциональное состояние обследуемого (особенности деятельности механизмов регуляции функций, внешние проявления эмоций в мимике, двигательной активности, треморе);
- ошибки интерпретации результатов тестирования, обусловленные отношением к обследованию (уровень мотивации, саморегуляции как обследуемого, так и исследователя);
- несоответствующий математико-статистический анализ полученных результатов.

Показатели зрительно-моторных реакций обследуемых в зависимости от варианта их статистической обработки

Статистика	Критическая частота слияния мельканий, Гц		Простая зрительно-моторная реакция, мс		Сложная зрительно-моторная реакция, мс	
	<i>Б/учета*</i>	<i>Учет</i>	<i>Б/учета</i>	<i>Учет</i>	<i>Б/учета</i>	<i>Учет</i>
M	<b>38,6</b>	<b>38,5</b>	<b>250,7</b>	<b>235,7</b>	<b>408,0</b>	<b>359,3</b>
m	0,4	0,3	6,0	3,2	25,9	9,3
SD	4,6	3,7	71,1	38,1	190,6	68,3
n	141	141	141	141	54	54
CV	12,0	9,6	28,3	16,2	46,7	19,0

\* Б/учета – средние показатели, полученные в результате статистической обработки без учета артефактов.

Действие перечисленных выше факторов на результат обследования возможно своевременно предупредить либо оперативно снизить уровень их влияния, изменив параметры и условия процедуры, регламента обследования.

При использовании в обследовании аппаратно-программных комплексов [4, 6], наряду с «общепринятыми» или открытыми по своей форме факторами-причинами повышенной вариабельности исследуемых показателей, существуют «скрытые» причины – так называемые *артефакты* регистрации данных. Под «артефактом» (от лат. *artefactum* – искусственно сделанное) понимают процесс или образование, несвойственное организму в норме и вызываемое как эндогенными факторами, так и самим методом его исследования.

В связи с указанным выше практический интерес представляют причины и значимость учета вариабельности показателей, полученных в результате автоматизированного психофизиологического обследования, их интерпретация.

Результаты собственного исследования, где целью являлось определение степени влияния артефактов на результаты, полученные с помощью АПК «НС-ПсихоТест», представлены в табл. 3.

Не ссылаясь на физиологическое обоснование представленных в примере показателей, считаем целесообразным указать на методические особенности процедуры психофизиологического тестирования.

Во-первых, необходимо строго регламентировать параметры предъявления сигналов в зрительной трубе<sup>1</sup> (количество предъявлений сигнала; минимальный интервал между сигналами; максимальный интервал между сигналами; время ожидания реакции), что обеспечит унификацию, сопоставимость полученных результатов. Во-вторых, адаптировать инструкцию и условия проведения теста к возрастно-половым особенностям обследуемых.

Дать возможность «пробного замера» с целью исключения технических ошибок. В-третьих, полученные индивидуальные показатели подвергнуть визуальному анализу на предмет наличия артефактов. Как правило, это латентный период реакции на первый сигнал и реакция на сигналы после ошибочных действий обследуемого (задержка ответа, пропуск сигнала). В связи с этим количество предъявлений сигнала (как правило, нечетное, например 9, 11) должно обеспечивать возможность исключения аномальных показателей без потери статистически значимой информации.

Такой подход к анализу полученных результатов существенно снизит количество недостоверных заключений, исключив ошибки типизации на индивидуальном уровне, а также снизит вариабельность психомоторных и психосенсорных компонентов показателей на уровне исследуемой популяции, обуславливая адекватную оценку реактивности психических процессов, обеспечивающих работоспособность обследуемых.

**Заключение.** В рамках настоящей работы мы не решаем вопрос об эндогенной природе возникновения артефактов в психофизиологическом обследовании. Однако считаем, что этиологический подход в решении этого вопроса будет являться определяющим в системе факторов, искажающих подлинную картину психофизиологического состояния индивидуума.

Диагностика функционального состояния ЦНС с помощью аппаратно-программных комплексов должна проводиться сообразно условиям или требованиям, предъявляемым к специфике деятельности, со строгим учетом модуляции значимого сигнала при тестировании сенсомоторных реакций.

Целесообразность выбора методики психофизиологического исследования функционального состояния ЦНС позволит получить адекватное заключение, а значит – принимать целесообразные управленческие решения, направленные на сохранение и формирование здоровья участников на любых ступенях образовательного процесса.

<sup>1</sup> Тесты КЧСМ, ПЗМР и СЗМР в АПК «НС-ПсихоТест» реализуются с помощью зрительной трубы.

**Литература**

1. Байгужина, О.В. Оценка степени напряженности умственного труда студентов в условиях учебно-профессиональной деятельности / О.В. Байгужина // *Здоровье для всех: материалы Второй междунар. науч.-практ. конф.* – Пинск: ПолесГУ, 2010. – С. 13–17.
2. Лоскутова, Т.Д. Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции / Т.Д. Лоскутова // *Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова.* – 1975. – №1. – С. 3–11.
3. Мороз, М.П. Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека: методич. рук. / М.П. Мороз. – СПб.: ИМАТОН, 2007. – 40 с.
4. Новотоцкий-Власов, В.Ю. Метод подавления повторяющихся артефактов в многоканальной записи ЭЭГ / В.Ю. Новотоцкий-Власов, Ж.В. Гарах, В.П. Ковалев // *Физиология человека.* – 2007. – Т. 33, № 2. – С. 115–120.
5. Судаков, К.В. Индивидуальность эмоционального стресса / К.В. Судаков // *Журнал неврологии и психиатрии.* – 2005. – Т. 105, № 2. – С. 4–12.
6. Таймазов, В.А. Общие указания по организации процедуры психофизиологического обследования / В.А. Таймазов, Я.В. Голуб // *Психофизиологическое состояние спортсмена (Методы оценки и коррекции).* – СПб.: Олимп СПб, 2004. – С. 51–62.
7. Шафиркин, А.В. Компенсаторные резервы организма и здоровье населения в условиях хронических антропогенных воздействий и длительного психоэмоционального стресса / А.В. Шафиркин // *Физиология человека.* – 2003. – Т. 29, № 6. – С. 12–22.

**Поступила в редакцию 7 января 2011 г.**