

УДК 159.91+ 612.821

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КОСМОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (обзор)

© 2013 г. Н.И. Хорсева^{1,2}

¹ Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва, Россия

² Институт космических исследований РАН, г. Москва, Россия

В обзоре впервые обобщены данные оценки функционального отклика центральной нервной системы человека (ЦНС) на изменение космофизических факторов с использованием различных психофизиологических показателей (электрической активности головного мозга, сенсомоторных, моторных реакций, высших психических функций – внимания, памяти). Проведен анализ возможности использования информационных технологий для регистрации различных физиологических показателей.

Ключевые слова: космофизические факторы, геомагнитная активность, центральная нервная система, психофизиологические показатели, биоэлектрическая активность мозга, сенсомоторные реакции, внимание, память, информационные технологии.

Введение

Несмотря на огромное число новых действующих факторов внешней среды (химическое загрязнение, электромагнитный смог и т.п.), организмы сохранили чувствительность к факторам космической погоды, в которых они эволюционно развивались [Василик, 1979; Казначеев и др., 1985; Казначеев, Михайлова, 1985]. Об этом свидетельствуют многочисленные работы в области гелиобиологии, которые убедительно показывают, что все биологические, физико-химические процессы (и не только в воде) так или иначе синхронизированы или реагируют на определенные космофизические факторы. Однако исследователи спорят о том, какие структуры и физиологические процессы, в частности в организме человека, являются «первичными» мишенями воздействия космофизических факторов. Тем не менее даже на основании анализа результатов эпидемиологических и экспериментальных исследований до сих пор нельзя с уверенностью утверждать, какая из систем организма человека в первую очередь дает «функциональный отклик» на воздействие космофизических факторов. Поэтому в настоящем обзоре

автор ограничится *только анализом работ*, направленных на изучение «отклика» центральной нервной системы (ЦНС) человека и постарается классифицировать основные направления исследований в данной области.

Современное состояние проблемы

Если кратко охарактеризовать основные направления исследований в области изучения влияния космофизических факторов на организм человека, то, безусловно, в первую очередь необходимо упомянуть работы А.Л. Чижевского – основоположника гелиобиологии, в работах которого впервые был проведен анализ связи между солнечной активностью и частотой эпилептических припадков, смертностью от заболеваний нервной системы, числом самоубийств [Чижевский, 1973, 1995]. Он показал, что, помимо центральной нервной системы, на изменение геомагнитной активности реагируют отделы периферической нервной системы. В дальнейшем это было подтверждено работами других независимых исследователей [Пятков, 1989; Агаджанян, Макарова, <http://rezonatortver.narod.ru>]. Кроме того, было установлено, что изменение гелиогеофизической обстановки может оказывать влияние на психическое, эмоциональное состояние человека [Белишева и др., 2000, 2001; Власов, Биляшевич, 2007], формирование центральной нервной системы в период внутриутробного развития [Григорьев, Хорсева, 1999, 2001; Любарский и др., 2002; Хорсева, 2004; Хорсева, Григорьев, 2005, 2010a].

Если рассматривать существующие публикации с точки зрения методологических подходов, то их условно можно разделить на две категории: 1) эпидемиологические исследования (анализ статистических данных); 2) экспериментальные исследования, которые проводятся либо с использованием различных опросников (например, для изучения психоэмоциональной сферы), либо с помощью регистрации тех или иных психофизиологических показателей.

Однако следует отметить, что экспериментальное изучение возможного влияния гелиогеофизических факторов на ЦНС человека с использованием психофизиологических показателей требует от исследователей, с одной стороны, более трудоемких методов диагностики, а с другой – сталкивается с рядом серьезных проблем. Во-первых, это низкая воспроизводимость результатов, которая обусловлена индивидуальным характером реагирования нервной системы на воздействие магнитных полей различных параметров: в зависимости от пола, возраста и типа нервной системы индивида может меняться выраженность реакции, ее латентный период, длительность и даже знак ответа [Холодов, 1982; Холодов, Лебедева, 1992]. Во-вторых, это сложная циклическая динамика физиологических показателей, на которую неизвестным образом накладываются флуктуации космофизических факторов, что создает мозаичную картину взаимодействия и приводит к трудноконтролируемым последствиям [Пресман, 1968; Лысков и др., 1997; Холодов, Лебедева, 1992]. В-третьих, методические подходы, сами методики и изучаемые показатели нередко даже не имеют унифицированного терминологического описания.

Анализ имеющихся экспериментальных исследований влияния космофизических факторов на ЦНС человека показал, что, к сожалению, и сама классификация психофизиологических методик также имеет разночтения у разных авторов [Шванцара, 1978; Анастаси, 1982; Гайда, Захаров, 1982; Практикум..., 1984; Общая психодиагностика..., 1988; Дюк, 1994; Сивицкий, 2003; Карелин, 2007].

Например, есть такое подразделение:

– без оценки индивида – диагностика свойств организма, нервной системы и т.д., которые характеризуют не личность испытуемого, а особенности его состояния или функционирования как биологической системы (например, сенсомоторные реакции);

– аппаратные – диагностика психофизиологических особенностей с помощью различной аппаратуры (например, электроэнцефалография);

– «бумага–карандаш» – тестовые задания, которые требуют минимум дополнительных условий и основаны на психофизиологических особенностях человека (например, теппинг-тест).

Непонятно, почему, в частности, сенсомоторные реакции отнесены к категории «без оценки индивида», хотя процедура исследования предусматривает наличие аппаратуры (хотя бы компьютера), а электроэнцефалография – к «аппаратным», хотя с ее помощью изучают характеристики нервной системы, а не саму личность испытуемого. И, наконец, теппинг-тест также характеризует свойства нервной системы и уже достаточно широко применяются аппаратные (компьютерные) варианты. Такая формализация порождает существенные противоречия в восприятии материала. Кроме того, иногда к психофизиологическим характеристикам относят даже показатели гемодинамики.

В настоящей работе для удобства восприятия анализируемого материала автор предлагает условную классификацию (с разделением на две основные группы) рассматриваемых психофизиологических показателей (именно показателей, а не методик и методических подходов), в рамках которой и будут рассмотрены полученные результаты. Итак, к первой группе можно отнести показатели изменений электрической или магнитной активности головного мозга, в том числе и в момент воздействия внешних факторов; ко второй группе – такие показатели, как оценка времени реакции на различные стимулы, характеристики когнитивных процессов – внимания, памяти и т.д.

Параметры электроэнцефалограммы и космофизические факторы

Метод электроэнцефалографии (ЭЭГ) позволяет объективно оценить функциональное состояние головного мозга и нервной системы в целом. Еще Ю.А. Холодов в своих работах указывал на то, что изменения в центральной нервной системе, выявляемые с помощью электроэнцефалографического метода, иногда начинаются раньше, чем любые другие изменения в организме. В частности, в его исследованиях, проведенных совместно с М.А. Шишло, было показано, что электромагнитное поле с частотой α -ритма ЭЭГ человека (8–14 Гц) вызывают больший эффект, чем соседние частоты той же интенсивности [Холодов, Шишло, 1979].

В отличие от работ Ю.А. Холодова, где параметры применяемых магнитных полей существенно превышали показатели геомагнитного поля Земли, в работе А.Л. Максимова с соавторами было экспериментально доказано, что центральная частота шумановского резонатора 7.800 Гц точно вписывается в одну из частот ряда нейронных осцилляторов – 7.80009 Гц. Как отмечают авторы, «поражает высокая точность, до сотых долей герца, характеризующая эти две, казалось бы, независимые частотные системы. На основании этих данных, можно согласиться с гипотезой Н. Черри (N.J. Cherry), что биосферные частоты могут являться синхронизатором и причиной выявленной детерминированности стабильных резонансных частот головного мозга у всей популяции людей» [Cherry, 2003; Максимов и др., 2012. С. 168]. Кроме того, было установлено (используемая магнитная индукция составляла 500 пТл), что головной мозг обладает ги-

перчувствительностью только на резонансных частотах: захватывает и длительно удерживает частоту в диапазоне от 7 до 9 Гц, что согласуется с данными работ Ю.А. Холодова с соавторами. Межрезонансные же частоты не могут возбудить головной мозг магнитной индукцией даже в сотни мкТл [Шабанов и др., 2011].

Эти данные хорошо согласуются с ранее полученными результатами, которые указывают на то, что электрическая активность головного мозга (по данным ЭЭГ) в той или иной мере «синхронизирована» как с параметрами геомагнитной активности [Белов и др., 1998, 1999, 2001], так и с некоторыми метеорологическими показателями. Так, в работе А.В. Пяткова [1989] представлены результаты двухлетних электроэнцефалографических исследований 99 практически здоровых молодых людей, постоянно проживающих на Европейском Севере (мужчин – 45, женщин – 54, средний возраст – 22 года), которые выявили довольно высокую метеолабильность церебрального гомеостаза. Как показал анализ полученных данных, чувствительность ЦНС к метеофакторам имеет неоднозначную динамику и резко различается у мужчин и женщин. В частности, показатели ЭЭГ имеют гендерные отличия и латерально детерминированы, т.е. правое и левое полушария головного мозга обладают разной чувствительностью к внешним воздействиям. Этот факт особенно важен, поскольку межполушарная асимметрия мозга человека характеризует индивидуально-типологические особенности человека [Русалов, 1979; Доброхотова и др., 1982; Хомская и др., 1988, 1997; Кимура, 1992] и лежит в основе формирования адаптивных программ под влиянием разнообразных факторов, в том числе и космофизических [Доронин и др., 1998; Сидякин и др., 2001].

В работе [Раевская, 1988] приведены данные длительных исследований, когда в течение трех лет в весенне-осенний период регистрировались показатели ЭЭГ у мужчин-добровольцев. Эти показатели затем сопоставлялись с дисперсией ежесуточных показателей K -индекса геомагнитной активности. Дальнейший анализ проводился для периодов с низкой (ДНД) и высокой (ДВД) дисперсией данного показателя. Показано, что при значительных и внезапных изменениях K -индекса наблюдается смена доминирования полушарий по активности α - и β -ритмов, сглаживание межполушарной асимметрии. Нивелирование происходило за счет активности левого полушария. Эти изменения регистрировались в первые же сутки и были характерны преимущественно для быстрых ритмов ЭЭГ. Сглаживание функциональной асимметрии отмечено по показателям и θ -ритма.

Аналогичные результаты с использованием того же подхода к обработке данных были получены Е.В. Архангельской с соавторами [Архангельская и др., 2006]. Анализировались результаты длительного эксперимента, который проводился с 1996 по 2001 г. при участии 48 студентов Таврического национального университета им. В.И. Вернадского (Украина, Крым). 1996 г. – год с минимальной солнечной активностью (СА), а в 1999–2001 гг. – отмечена фаза роста СА. В дни с высокой дисперсией K_p отмечено достоверное снижение амплитуды α - и β -ритмов обоих полушарий по сравнению со значениями амплитуды этих ритмов в дни с низкой дисперсией K_p ($p < 0.05$). При значительных и внезапных изменениях величин K_p -индексов в организме человека, возможно, происходит формирование новых взаимоотношений физиологических функций, в основном изменение их временных показателей. По мнению авторов, этот процесс характеризуется развитием стресс-состояния, имеющего индивидуальную выраженность.

На наш взгляд, особое место занимает серия работ Д.Р. Белова и И.Е. Кануникова с соавторами, выполненных в Санкт-Петербургском государственном университете [Белов и др., 1998]. Было установлено, что воздействие магнитного поля на нервную сис-

тему может быть как стрессорным, так и седативным. В первой серии экспериментов у 26 испытуемых-добровольцев однократно регистрировалась спонтанная ЭЭГ, которая сопоставлялась с показателями геомагнитной активности в день опыта. Была выявлена как положительная корреляция данных ЭЭГ с геомагнитной активностью (для большинства регионов коры, но наиболее тесная для фронтальных и центральных зон), так и отрицательная корреляция некоторых локальных показателей синхронности ЭЭГ с разными индексами солнечной активности.

Авторы исследований полагают, что полученные результаты являются отражением различных видов чувствительности нервной системы к магнитному полю Земли. Так, на сильные кратковременные возмущения геомагнитного поля возникает стрессорная реакция, которая проявляется в виде глобальной синхронности. Седативный эффект проявляется как при незначительном уровне геомагнитной активности в виде локальных показателей синхронности ЭЭГ внутри левого полушария и межполушарной синхронности, так и при увеличении среднего уровня возмущений магнитосферы, когда эти показатели снижаются. В основе описанных эффектов предположительно лежат разные аспекты реакции активации и кортикального тонуса. Дальнейшие исследования были направлены на выяснение индивидуальных особенностей типа реагирования на изменение геомагнитной обстановки.

Опираясь на ранее полученные результаты экспериментальных исследований В.М. Русалова (который, используя результаты ежедневной регистрации показателей ЭЭГ у трех испытуемых в течение месяца, оценил индивидуальную устойчивость показателя пространственной синхронизации ЭЭГ [Русалов, 1979]) и своих собственных по выявлению магнитной чувствительности мужчин и женщин [Белов и др., 1997], Д.Р. Белов с соавторами организовали мониторинг показателей ЭЭГ в течение длительного времени [Белов и др., 2001]. В исследовании участвовали два испытуемых-добровольца: мужчина 56 лет и женщина 22 лет, различающихся по типу нервной системы (темпераменту). С участием мужчины был проведен 51 опыт в 1998 г. и в начале 1999 г., с участием женщины – 15 опытов в 1999 г. За весь период наблюдений 7 раз (в 1999 г.) мужчина и женщина обследовались в один и тот же день в одинаковых геомагнитных условиях.

У обоих испытуемых была выявлена общая закономерность реагирования на геомагнитную бурю: в возмущенные дни в большинстве зон коры головного мозга наблюдаются пониженные показатели пространственной синхронизации ЭЭГ по сравнению с длительным спокойным периодом. В первый спокойный день после бури почти во всех зонах, наоборот, наблюдаются повышенные по сравнению со спокойным периодом показатели. Авторы исследования утверждают, что, если исходить из интерпретации глобальной пространственной синхронизации ЭЭГ как индикатора кортикального тонуса, то зависимость такова: у обоих испытуемых в дни с повышенной солнечной активностью наблюдается падение кортикального тонуса, сильнее выраженное в правом полушарии. Индивидуальность реакций обоих испытуемых на магнитную бурю обусловлена индивидуальным профилем межполушарной асимметрии: у мужчины усиливалось и без того свойственное ему доминирование правого полушария, а в реакциях испытуемой-женщины асимметрия была выражена слабо. На основании полученных данных было сделано предположение, что в основе описанной динамики лежит общая неспецифическая стрессорная реакция, сопровождающаяся двухфазными изменениями общего кортикального тонуса.

В другом исследовании использование лонгитюдных экспериментов регистрации ЭЭГ с помощью метода рекуррентных диаграмм с длительностью от полугода до одного года

при участии 10 испытуемых-добровольцев позволило выявить как индивидуальную чувствительность испытуемых к изменениям интенсивности геомагнитного поля, так и общие закономерности реагирования. В частности, установлено, что изменение A_p -индекса положительно связано с уровнем пространственной синхронизации ЭЭГ височных областей правого полушария с другими его отведениями [Кануников и др., 2010], т.е. чем выше значение геомагнитной активности, тем более регулярной (синхронизированной) становится ЭЭГ в правом полушарии и, соответственно, тем менее дифференцированной (отличимой) и более похожей ЭЭГ оказывается в разных отведениях. Как следствие, это приводит к уменьшению числа значимых корреляций показателей ЭЭГ с космофизическими факторами (с A_p -индексом и локальным K -индексом) в правом полушарии. В левом полушарии отсутствие достоверных взаимосвязей между пространственной синхронизацией ЭЭГ и A_p -индексом проявляется в том, что отведения оказываются относительно независимыми, что и отражается в относительно большем числе значимых корреляций с рекуррентными показателями [Кануников и др., 2011].

Аналогичные результаты были получены в работе Б. Миллигана и М. Персинжера [Mulligan, Persinger, 2012] при симуляции эффекта геомагнитных полей в эксперименте.

Таким образом, связи состояния ЦНС (по данным ЭЭГ) с космофизическими факторами имеют индивидуальный характер, но существуют общие закономерности в механизмах реакции функциональной активности головного мозга: *правое полушарие более чувствительно к этим воздействиям*. Если учесть, что формально правое полушарие «отвечает» за восприятие пространства и времени, эмоциональное состояние, запоминание образов и т.п., то и некоторые психофизиологические показатели, «функционально» связанные с активацией правого полушария (например, индивидуальная минута, некоторые моторные показатели, восприятие образа букв, цифр и пр.), также могут изменяться при действии космофизических факторов в зависимости от гелиогеофизической обстановки.

Психофизиологические показатели и космофизические факторы

Для определения параметров индивидуальной чувствительности к изменчивым факторам внешней среды (экологическим, метеорологическим, космофизическим и др.) необходима длительная регулярная регистрация параметров функционального состояния человека. Только при условии накопления временных рядов (максимально возможной длительности) информативных показателей состояния человека становится возможным достоверно определить и эффективно прогнозировать индивидуальные особенности реагирования организма на факторы различной природы.

С учетом вышеизложенного нами в рамках настоящей работы будет предпринята попытка систематизации данных об изменении различных психофизиологических показателей под влиянием космофизических факторов. Используемая нами классификация психофизиологических методов изучения ЦНС условна и используется только для удобства представления материала.

Для объективной оценки функциональной активности ЦНС, кроме методов электроэнцефалографии, часто используют такой показатель, как время реакции на те или иные внешние стимулы, который является критерием формирования и реализации программы движений, имеющих конкретную последовательность возбуждения и торможения нервных центров. В частности, в работе Т.Д. Лоскутовой было установлено, что параметры простой зрительно-моторной реакции могут быть использованы для оценки функционального состояния ЦНС [Лоскутова, 1975]. Дальнейшие исследования пока-

зали, что параметры различных двигательных реакций (простой, сложной) достаточно четко отражают силовые отношения в коре головного мозга. Динамика времени реакции позволяет получить адекватное представление о таких параметрах функционального состояния центральной нервной системы, как возбудимость, реактивность, лабильность, уровень функционального состояния неспецифических структур мозга, индивидуально-типологические свойства нервной системы, и поэтому характеристики времени реакции могут служить надежным критерием оценки функционального состояния ЦНС. Несмотря на это, психофизиологические параметры нечасто используются для диагностики функционального состояния ЦНС.

Обобщенные данные о количестве и параметрах (число респондентов и длительность наблюдений) проведенных исследований представлены в таблице.

Основные лонгитюдные исследования влияния космофизических факторов на психофизиологические показатели человека

Период наблюдений	Число респондентов	Регистрируемые параметры	Источник
1964–1967 гг.	Нет данных	Количество пилотов, отстраненных от полетов по состоянию здоровья	[Кайбышев, 1972]
		Время и число ошибок при чтении фотомакетов приборных досок	[Кайбышев, 1974]
		Работоспособность	[Кайбышев, 1976]
Март–апрель 1978, 1979 и 1980 г.	13 мужчин (18–30 лет, 3 раза в сутки – 9, 12 и 15 ч)	Устойчивость внимания и его объем, простая слухомоторная реакция (ПСМР)	[Раевская, 1988]
20–24 дня	158 человек (24–44 года; 98 человек – практически здоровые, 60 – больные с цереброваскулярной патологией)	Параметры внимания и памяти динамика критической частоты слияния мельканий, простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР)	[Рыжиков, Раевская, 1982]
Март–апрель 1978–1980 гг.; октябрь–декабрь 1980 г.	13 мужчин (18–27 лет)	Интенсивность и объем внимания ПСМР на обеих руках на звуковой стимул, скорость переработки зрительной информации (параметры зрительной памяти) – показатели долговременной и кратковременной памяти, КГР, ЭЭГ, ЭКГ. Психоэмоциональный статус	[Раевская, 1988]
5 мес. (интервал 2–5 дней между измерениями)	15 волонтеров обоего пола (22–48 лет)	Объем и распределение внимания, кратковременная память (механическая, оперативная), психоэмоциональное состояние	[Тамбиев, 1995]
6 лет (1988–1994 гг.)	360 летчиков, 170 летчиков-штурманов АИ ПВО РФ, 395 работников наземных служб	Количество ошибок на посадке. Умственная работоспособность, ПЗМР, ПЗМР, РДО (реакция на движущийся объект), «чувство времени», динамометрия, порог цветоразличения, уровень тревожности, показатели гемодинамики	[Усенко, 1995]

Таблица (окончание)

Период наблюдений	Число респондентов	Регистрируемые параметры	Источник
Июль–август 2006 г.	10 человек (15–25 лет)	Простая и сложная зрительно-моторная реакция (ПЗМР и СЗМР), реакция выбора и переработки световых сигналов, ПСМР, работоспособность, устойчивость произвольного внимания (УПВ), параметры хаотичного десятипальцевого теппинга	[Хорсева и др., 2007]
32 дня	16 диспетчеров (15 мужчин и 1 женщина)	Внимание, кратковременная память	[Бобко и др., www.cosmos.ru/puschino/ppt/bobko.doc]
Нет данных	80 студентов	Длительность индивидуальной минуты	[Ботоева, Гонобоблева, 2009]
Февраль–апрель 2008 г.	18 человек (19–21 год)	Параметры хаотичного десятипальцевого теппинга, УПВ, ПСМР, самочувствие, активность, настроение (САН)	[Григорьев и др., 2008]
		ПСМР	[Григорьев и др., 2009]
40–350 тестовых экспериментов в течение года	1 волонтер, г. Москва	ПСМР, УПВ	[Зенченко и др., 2009]
40–60 тестовых экспериментов	12 человек, синхронный мониторинг		
1012 дней	1 волонтер	ПСМР, УПВ, десятипальцевый хаотичный теппинг, психоэмоциональное состояние	[Хорсева, Григорьев, 2010а, б]
30 дней (06.11.–05.12.2011 г.)	25 человек (17–20 лет)	Длительность индивидуальной минуты, показатель общей эмоциональности	[Верко, Григорьев, 2012]

Сенсомоторные реакции. Сенсомоторные реакции достаточно часто используются для психофизиологической диагностики. Существует три типа сенсомоторных реакций. Простая сенсомоторная реакция оценивается по времени между появлением сигнала и реакцией испытуемого, например, нажатием соответствующей кнопки. Сложные сенсомоторные реакции (различения и выбора) отличаются от простых усложнением процесса восприятия, переработки и пространственной координации при ответе на соответствующий сигнал. Сенсомоторные реакции координации – наиболее сложные, поскольку динамичен не только воспринимаемый раздражитель, но и сама реализация двигательного действия, которое должно непрерывно сверяться с заданием.

Анализ доступной литературы показал, что время сенсомоторных реакций может изменяться при изменении космофизических факторов.

Простые и сложные сенсомоторные реакции. Установлено, что между временем простой слухомоторной реакции (ПСМР) и K_p -индексом существует статистически значимая корреляция ($p < 0.05$) [Хорсева и др., 2007], что согласуется с результатами других исследований [Рыжиков, Раевская, 1982; Сидякин и др., 1983; Раевская, 1988; Усенко, 1995; Агапова и др., 2004; Григорьев и др., 2009], в которых показано, что в дни геомагнитной возмущенности увеличивается время простой слухомоторной реакции.

Однако следует отметить, что изменение параметров данного показателя носит индивидуальный характер. В частности, Г.В. Рыжиков с соавторами показали, что в дни геомагнитных возмущений увеличение времени реакции выявлено у 10 из 13 респондентов, у двух изменения не выявлены, а у одного наблюдалось уменьшение времени реакции [Рыжиков, Раевская, 1982]. Кроме того, установлено, что время простой слухомоторной реакции увеличивается не только при увеличении, но и при уменьшении геомагнитной активности [Григорьев и др., 2009], а также имеет выраженные колебания около дат геомагнитного штиля и солнечных вспышек [Григорьев и др., 2008].

Несмотря на то, что параметры простой *зрительно-моторной реакции* (ПЗМР) чаще, чем слухомоторной реакции, используются в различных исследованиях, работ, показывающих изменения этого показателя от космофизических факторов, немного. В частности, в диссертационном исследовании Г.А. Усенко показано, что параметры ПЗМР по-разному изменяются у лиц с высоким и низким уровнем тревожности. Так, у респондентов с высоким уровнем тревожности в дни геомагнитных возмущений время реакции на световой сигнал увеличивается, а у лиц с низким уровнем тревожности такого эффекта не наблюдается [Усенко, 1995]. Кроме того, было показано, что изменения ПЗМР, равно как и параметры сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР), реакции выбора и переработки световых сигналов могут быть отнесены к «условно стабильным» по отношению к колебаниям космофизических факторов [Хорсева и др., 2007].

Сенсомоторные реакции координации. Одной из разновидностей сенсомоторной реакции координации является реакция на движущийся объект (РДО), в которой необходимо совершить движение в момент, который соответствует определенному положению движущегося объекта. Простейшая модель РДО – остановка на определенной черте движущейся секундной стрелки часов. В результате тренировки это можно сделать почти безошибочно. Однако, помимо точных реакций, будут и ошибки: преждевременные или запаздывающие реакции. Этот метод позволяет оценить состояние корковых процессов: если остановка происходит перед нулем – превалируют процессы возбуждения, после нуля – торможения.

Исследование изменения параметров РДО в зависимости от уровня геомагнитной активности было проведено в работе [Усенко, 1995]. Показано, что в период геомагнитных возмущений регистрируется снижение точных реакций: возрастало число преждевременных реакций и снижалось число запаздывающих. Однако автор указанной работы обращает внимание на то, что изменение показателей РДО и простых сенсомоторных реакций в дни геомагнитных возмущений наблюдается только у лиц с высоким уровнем тревожности.

Моторные показатели. Восприятие времени. Функциональная асимметрия. Многие существующие специальные методы изучения свойств нервной системы, разработанные главным образом в физиологии, требуют значительных трудозатрат и сложного оборудования. Это побуждает исследователей к поиску более простых в использовании, но не менее надежных методов. Один из путей – использование психомоторных показателей как коррелятов нейрофизиологических показателей деятельности нервной системы человека. Подобные методы предложены психологами и психофизиологами. В значительной части методов используются показатели времени реакции (см. выше раздел «Сенсомоторные реакции»). Вместе с тем предложены и методы, апеллирующие при изучении нервной системы не ко времени реакции на различные стимулы, а к другим временным и пространственным характеристикам движений. Это наиболее «компактные» и простые в употреблении методы, которые направлены на измерение уровней развития двигательных способностей и умений (различные варианты теппинг-тестов, динамометрия, тремометрия и т.д.).

К сожалению, работ, посвященных изучению изменения различных моторных показателей в зависимости от гелиогеомагнитной обстановки не так много. В исследовании

Г.А. Усенко на большом статистическом материале были изучены такие показатели, как мышечная сила кисти (динамометрия) и тремор, которые, как установил автор, детерминированы индивидуально-типологическими особенностями человека. Отмечено, что уровень тревожности определяет тип изменения моторных показателей в дни с высокой геомагнитной активностью: у лиц с повышенной тревожностью увеличиваются показатели силы кисти и тремор, у низкотревожных – наблюдается обратное изменение показателей [Усенко, 1995]. В работе П.Е. Григорьева с соавторами, которые использовали компьютерный вариант хаотичного десятипальцевого теппинг-теста [Григал, Хорсева, 2007], было показано изменение показателей работоспособности правой и левой руки в дни с различной гелиогеофизической обстановкой [Григорьев и др., 2008]. В дни геомагнитных возмущений уровень работоспособности (числа нажатий) правой и левой руки уменьшается, восстанавливаясь в полном объеме только на третьи сутки после окончания геомагнитного возмущения. В окрестности дат геомагнитной возмущенности (0-е, +1-е сутки) число нажатий правой и левой рукой становится практически одинаковым, несмотря на то, что изначально число нажатий у всех респондентов было больше для правой руки. Кроме того, долевая активность [Григал, 2007] левой руки в день геомагнитной возмущенности превалирует над долевою активностью правой руки, и эта тенденция сохраняется на протяжении трех суток. Обратная картина наблюдается в окрестности дат геомагнитных штителей: за сутки до события увеличивается число нажатий левой рукой, а в день события – правой.

Результаты, представленные в работе [Григорьев и др., 2008], хорошо согласуются с данными работ А.С. Раевской, в которых показано, что внезапные изменения напряженности геомагнитного поля сопровождаются сглаживанием функциональных асимметрий человека, в частности асимметрии рук [Раевская и др., 1984]. Если учесть, что долевая активность левой руки условно характеризует активность моторной зоны правого полушария, то можно предположить, что при увеличении геомагнитной активности повышается функциональная активность правого полушария. Этот факт особенно важен, поскольку межполушарная асимметрия определяет особенности протекания психических процессов, а «профиль латеральности» (функциональное доминирование одного из полушарий) моторных и сенсорных функций коррелирует с эффективностью произвольной деятельности [Eidelberg et al., 1982; Чуприков и др., 2010], успешностью выполнения различных моторных программ [Ананьев, 1960], особенностями восприятия объективного времени [Москвин, 2002].

Н.И. Моисеева полагает, что особенности восприятия объективного времени, оцененные с помощью психофизиологического теста «индивидуальная минута», могут служить мерой оценки адаптации человека к изменению окружающей среды [Моисеева, 1978]. Так, в работе [Моисеева, Сысуева, 1981] было показано, что во время магнитных бурь различной интенсивности увеличивается длительность индивидуальной минуты. Аналогичные результаты были получены в исследованиях Г.А. Усенко [1995] и Н.К. Ботоевой и Т.Н. Гонобоблевой [2009]. Дальнейшие исследования показали, что связь субъективной оценки времени с космофизическими (солнечная и геомагнитная активность, знак и смена знака межпланетного магнитного поля (МПП), поток космического излучения) и метеорологическими (температура, атмосферное давление, скорость ветра и облачность) параметрами зависит от эмоциональных свойств личности [Верко, Григорьев, 2012]. Эти факты могут свидетельствовать о том, что во время геомагнитных возмущений в центральной нервной системе могут преобладать процессы торможения, что подтверждается результатами исследований, представленных выше в разделе «Сенсомоторные реакции».

Рассматривая вопросы влияния космофизических факторов на организм человека с позиции оценки роли межполушарной асимметрии, необходимо обратить внимание на исследование В.В. Колышкина [Колышкин, 1997]. Несмотря на то, что в его работе рас-

смотрены вопросы адаптации к изменению различных факторов внешней среды, включая космофизические (вахтовый метод работы, работа авиадиспетчеров, трансмеридианные перелеты, ультраконтинентальное высокогорье и т.д.), им было установлено, что в процессе адаптации к новым факторам среды правое полушарие головного мозга становится доминирующим в регуляции различных физиологических функций. Эти выводы хорошо согласуются с мнением В.И. Хаснулина [2003], который полагает, что с функцией правого полушария головного мозга у человека связан механизм формирования устойчивости к природным (гелиогеофизическим и метеорологическим) условиям окружающей среды, и активация функции правой гемисферы является универсальным адаптивно-регуляторным механизмом при действии неблагоприятных климато-геофизических процессов.

Полученные результаты указывают на то, что нарастание экстремальности действующих факторов ведет лишь к некоторому увеличению длительности активации правого полушария (см. выше), но не ее эффективности, а изначальный дефицит возможностей правого полушария определяет меньшую устойчивость организма к действию различных факторов среды. Если предположить что организм здорового человека при кратковременном изменении внешних факторов достаточно быстро может «мобилизовать» адекватный физиологический отклик на изменение космофизических факторов, то при их длительном воздействии (например, в период длительных «штилей» геомагнитной активности) может произойти срыв адаптации.

Суммируя сходные реакции организма человека (чувствительность правого полушария мозга) к воздействию факторов внешней среды, в том числе к космофизическим, можно предложить следующую схему развития уровней адаптации к действию факторов внешней среды (рис. 1). К сожалению, исследований адаптационных возможностей лиц с исходно доминантным правым полушарием или с исходной гиперфункцией правого полушария в доступной автору литературе найдено не было.



Рис. 1. Возможная схема механизмов адаптации человека к внешним воздействиям при исходно доминантном левом полушарии

Высшие психические функции: внимание и память. Высшие психические функции – функции, отражающие интегративную деятельность мозга, которые можно представить как логичную и осмысленную последовательность действий по переработке информации. В психологической практике наиболее часто исследуются показатели внимания и памяти. В рамках данного обзора приводим упрощенную классификацию видов внимания и памяти (рис. 2).

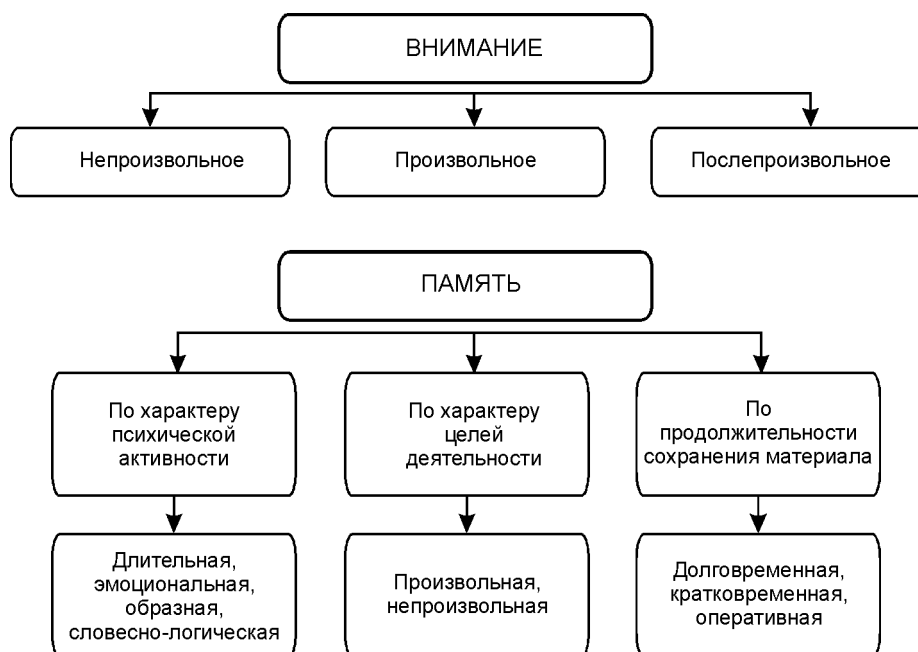


Рис. 2. Основные виды внимания и памяти

Рассмотрим последовательно результаты исследований влияния космофизических факторов на высшие психические функции человека.

Внимание (произвольное). Для исследования параметров произвольного внимания применяют большое количество методов, однако самым распространенным является так называемая корректурная проба. Как метод исследования внимания этот тест впервые был предложен Б. Бурдоном в 1895 г. В настоящее время существует несколько вариантов корректурного теста: буквенный, цифровой и с кольцами Ландольта (корректурный бланк содержит случайный набор колец с разрывами, направленными в различные стороны). Многие авторы рассматривают эти варианты теста как методы диагностики различных параметров внимания (точность, продуктивность, устойчивость, объем, концентрация и т.д.), другие – как методы определения психомоторного темпа (скорость переработки зрительной информации). А некоторые авторы считают корректурные тесты методами выявления состояния работоспособности человека, его утомляемости и других качеств.

Анализ литературных данных показал, что в геомагнитно возмущенные дни при выполнении теста «корректурная проба» увеличивается число ошибок (неверно отмеченные знаки, пропуск знаков, которые должны быть отмечены) [Рыжиков, Раевская, 1982; Усенко, 1995]. Количество ошибок по данным работы [Власов, Биляшевич, 2007] возрастает на вторые сутки после геомагнитной бури: уменьшается число просмотренных знаков [Рыжиков, Раевская, 1982], снижается интенсивность, объем внимания [Ра-

евская, 1988], уровень умственной работоспособности [Усенко, 1995], укорачивается время проведения пробы на скорость переработки зрительной информации [Раевская, 1988; Усенко, 1995; Агапова и др., 2004]. В работе [Григорьев и др., 2008] рассмотрена динамика показателя продуктивности произвольного внимания в периоды геомагнитных штелей и смены знака межпланетного магнитного поля. Установлено, что продуктивность произвольного внимания снижается в первые три дня после геомагнитного возмущения, а в окрестности дат геомагнитного штеля и смены знака межпланетного магнитного поля – в целом повышается.

Особое место занимают работы Г.А. Усенко и М.С. Кайбышева, поскольку это практически единственные исследования, направленные на выяснение воздействия космофизических факторов на психофизиологические показатели лиц, профессия которых связана с работой в экстремальных условиях, – летчиков, диспетчеров, персонала из группы руководства полетами. В период с 1964 по 1967 г. М.С. Кайбышевым [1972, 1974, 1976] проводилось сопоставление количества отстраненных от полетов по состоянию здоровья пилотов при прохождении предполетного осмотра с изменениями геомагнитной активности (*K*-индекс). Установлено, что отстранение от полетов увеличивалось за несколько дней до максимальной возмущенности, затем снижалось и частично совпадало с динамикой геомагнитной активности и вновь увеличивалось через несколько дней после окончания геомагнитной возмущенности [Кайбышев, 1972]. В периоды геомагнитных возмущений у летчиков гражданской авиации увеличивается время и число ошибок при чтении фотомакетов приборных досок [Кайбышев, 1974]. В частности, в работе [Кайбышев, 1976] выявлено, что у командиров кораблей и вторых пилотов существенно различаются корреляционные связи между динамикой изменения геомагнитной активности (ГМА) и временем и числом ошибок при чтении фотомакетов. Так, у командиров кораблей при неограниченной экспозиции фотомакетов время их чтения и количество допущенных ошибок находится в прямой корреляционной зависимости от уровня ГМА ($r = 0.88 \pm 0.1$), в то время как у вторых пилотов эти корреляционные связи отсутствуют. При ограниченной экспозиции фотомакетов (15 с) ни для командиров кораблей, ни для вторых пилотов корреляционных связей между временем чтения, количеством ошибок и ГМА обнаружено не было. Такое различие в полученных результатах, как полагает автор, может быть связано с летной профессиональной деятельностью.

В работе Г.А. Усенко [1995] с позиций индивидуально-типологических особенностей членов летного экипажа (в частности, уровня тревожности) рассмотрены вопросы изменения функциональных и резервных возможностей человека в зависимости от геомагнитной активности. Установлено, что в периоды геомагнитных возмущений адаптивные сдвиги у высокотревожных лиц более выражены, чем у низкотревожных, что свидетельствует о снижении резистентности организма. На основании анализа полученных результатов автор делает вывод, что лица с низким уровнем тревожности более надежны в летной работе.

Память. В отличие от исследования связи параметров произвольного внимания с космофизическими факторами число работ, посвященных изучению характеристик памяти, невелико. Например, в работах [Раевская, 1988; Агапова и др., 2004] есть указания на то, что во время геомагнитных возмущений ухудшаются показатели кратковременной и долговременной памяти. Результаты же пилотных экспериментов, проведенные с целью выяснения чувствительности различных психофизиологических показателей к космофизическим факторам, показали, что параметры смысловой памяти (точность выполнения задания) могут быть отнесены к «условно стабильным» [Хорсева и др., 2007]. Не

исключено, что некоторая противоречивость полученных результатов может быть обусловлена индивидуальной чувствительностью организма к внешним воздействиям.

Так, Е.Э. Тамбиев с соавторами установили, что в период геомагнитной возмущенности в 50 % случаев зарегистрировано ухудшение отдельных видов внимания и памяти, а в 50 % – улучшение. В частности, ухудшение показателей оперативной памяти выражено сильнее, чем внимания, а параметры механической и образной памяти, а также интенсивность и распределение внимания ухудшались и улучшались в равной степени. Объем памяти не изменялся. Кроме того, дальнейший анализ изменений показателей внимания и памяти позволил выявить среди испытуемых две группы по знаку корреляционных зависимостей: 1) только положительные или только отрицательные (90 % случаев); 2) наблюдалось изменение только внимания или только памяти (77 % случаев). Как полагают авторы исследования, полученные результаты свидетельствуют о неспецифическом влиянии геомагнитных возмущений на процессы внимания и памяти, реализующиеся с помощью различных нейрофизиологических механизмов [Тамбиев и др., 1995].

В работе [Бобко, Василик, www.cosmos.ru/puschino/ppt/bobko.doc] показано, что колебания ряда психофизиологических показателей человека имеют либо синхронный, либо «запаздывающий» характер в зависимости от гелиогеофизической обстановки, что может отражать разную чувствительность систем организма к определенным гелиогеофизическим факторам в соответствующем функциональном состоянии. Несмотря на то, что, помимо показателей сердечно-сосудистой системы, были изучены параметры кратковременной памяти и устойчивости произвольного внимания, из материалов публикации неясно, изменения каких именно показателей носили «синхронный» или «запаздывающий» характер.

Кроме того, существуют исследования зависимости психофизиологических показателей здоровых и лиц с цереброваскулярной патологией (в том числе кратковременной памяти и произвольного внимания) в зависимости от метеорологических и космофизических факторов [Сучкина, 1985]. Однако в упомянутой работе обработка и представление результатов осуществляется весьма своеобразным способом – только «количеством лиц, достоверно отреагировавших» на тот или иной фактор внешней среды (никакой статистической оценки полученных эффектов проведено не было). Отмечено, что показатели краткосрочной памяти и произвольного внимания более подвержены влиянию внешних факторов, а у больных с цереброваскулярной патологией сильнее выражены изменения психофизиологических показателей по сравнению со здоровыми, однако из табличного материала, приведенного в статье, это не очевидно.

Заключая, можно сказать, что приведенные нами материалы убедительно показывают: психофизиологические параметры могут применяться для оценки воздействия космофизических факторов на ЦНС человека, но однозначно установить закономерности развертывания реакций ЦНС на действие специфических факторов космической погоды (геомагнитные возмущения, геомагнитные штили, смены знака ММП и солнечные вспышки) невозможно. Безусловно, совершенствование методов регистрации психофизиологических показателей (в частности, с использованием различных унифицированных компьютерных программ, максимально исключая субъективность оценки получаемых результатов), разработка, организация и проведение мониторинговых исследований позволит в дальнейшем не только расширить круг проводимых исследований, но также, возможно, объяснить противоречия в ранее полученных результатах. Для решения этих задач могут быть привлечены и информационные технологии.

Информационные системы мониторинга психофизического здоровья человека

Для определения параметров индивидуальной чувствительности к изменчивым факторам внешней среды (экологическим, метеорологическим, космофизическим и др.) необходима длительная регулярная регистрация параметров функционального состояния человека. Только при условии накопления временных рядов (максимально возможной длительности) информативных показателей состояния человека можно достоверно определить и эффективно прогнозировать индивидуальные особенности реагирования организма на факторы различной природы. Именно такой подход позволит разработать адекватные профилактические мероприятия, направленные на здоровьесбережение не только конкретного индивида, но также обеспечит выявление тех или иных групповых и популяционных эффектов воздействия внешних факторов на организм. Однако реализация подобного рода масштабных исследований невозможна без использования информационных технологий и возможностей Интернета.

При проектировании информационной системы (ИС) наиболее важен вопрос выбора ее функциональной (пространственной и информационной) архитектуры. Приведем некоторые из существующих систем мониторинга состояния организма.

Проект «Гелиомед» (<http://www.geliomed.kiev.ua/>) – программно-аппаратный измерительный комплекс, в котором функциональное состояние испытуемого оценивается на основании анализа ЭКГ-сигнала в фазовом пространстве [Файнзильберг, 2008]. К сожалению, в рамках данной ИС отсутствует возможность реализации исследований без специфических датчиков. Кроме того, получение выводов и рекомендаций не является автоматизированным процессом, что ограничивает область применения таких систем научно-исследовательскими задачами.

Распределенные клиент-серверные информационные системы «Мониторинг здоровья» (HealthMonitor) (<http://www.healthmonitor.ru/>) и GMON Health Monitor (<http://www.gmon.info/>), в которых пользователю необходимо на персональном компьютере установить специальное программное обеспечение, позволяющее проводить мониторинг соматического здоровья человека. Хранилище данных может быть реализовано в пределах локальной сети организации или на одном персональном компьютере.

Данные программные продукты обладают следующими недостатками: 1) отсутствует централизованное глобальное хранилище, доступное через сеть Интернет; 2) не предусмотрены функции анализа связи состояния участников-испытуемых с внешними факторами среды. Тем не менее существуют системы, позволяющие осуществлять слежение за состоянием человека посредством сети Интернет через web-интерфейс. Примером такой технологии является сайт <http://www.monitorad.ru>, на котором возможен анализ показателей гемодинамики (артериального давления и пульса) с их последующей визуализацией и получением рекомендаций от специалистов. Несомненным преимуществом таких систем является их доступность для любого пользователя, которому в этом случае не требуется приобретать специальное оборудование (кроме тонометра).

Перечисленные выше виды информационных систем ограничиваются набором показателей или соматического здоровья (различные виды опросников), или только показателями сердечно-сосудистой системы и не позволяют проводить комплексное мониторирование функционального состояния организма.

Под комплексным мониторированием следует понимать набор информативных неинвазивных экспресс-методик, которые позволяли бы объективно проводить оценку функционального состояния организма человека.

Опираясь на результаты пилотных экспериментов мониторинга различных психофизиологических показателей [Григорьев и др., 2008, 2009; Зенченко и др., 2009; Хорсева, Григорьев, 2005, 2010а, б], параметров гемодинамики [Зенченко и др., 2008] и психоэмоционального состояния [Хорсева, Григорьев, 2010б], удалось разработать и создать информационную систему «Универсальный мониторинг экологического здоровья человека», реализованную на web-портале www.umon.org.ua. Данная система включает регистрацию показателей простой слухомоторной реакции, устойчивости произвольного внимания, параметров хаотичного десятипальцевого теппинг-теста, оценку психоэмоционального состояния и параметров гемодинамики.

Все перечисленные методы реализованы в виде программного продукта, находятся в открытом доступе на сайте www.umon.org.ua, могут быть установлены на компьютер пользователя с любой операционной системой семейства Windows и позволяют:

- 1) получать нейродинамические, психологические, психоэмоциональные, гемодинамические показатели от испытуемых независимо от их местонахождения; аккумулировать данные о динамике их состояния;
- 2) сравнивать полученные результаты со среднегрупповыми нормами, визуализировать их в виде цветовых шкал, таблиц, графиков, диаграмм;
- 3) проводить анализ данных, оценивая состояние человека и его зависимость от действующих факторов, в том числе космофизических;
- 4) получать выводы и рекомендации для научных и практических целей.

Разработанная информационная система обладает целым рядом преимуществ, среди которых доступность и экономичность, отсутствие необходимости приобретения дополнительных устройств, датчиков, программного обеспечения. Архитектура данной ИС [Григорьев, 2010; Григорьев, Хорсева, 2010а; Григорьев и др., 2010б, в, 2012] позволяет легко подключать дополнительные методики и модули и расширять сферу их применения, являясь основой реализации широкого спектра научно-практических задач, в частности по требованию потенциальных заказчиков и/или партнеров.

Кроме упомянутой ИС, создан отдельный программный продукт «Локальный универсальный мониторинг», который обеспечивает не только регистрацию дополнительных психофизиологических параметров (механическую и смысловую память, простую зрительно-моторную реакцию), но и более расширенную интерпретацию полученных результатов. Кроме этого, регистрируемые параметры могут быть переданы на сайт «Универсальный мониторинг экологического здоровья человека» для их дальнейшей обработки и сопоставления с временными рядами космофизических индексов.

Следует отметить, что все методики и среднегрупповые нормы, используемые в данных программных продуктах, валидизированы с помощью профессионального оборудования – автоматизированного рабочего места психофизиолога, т.е. соответствуют принятым стандартам. При длительном мониторинге сравнение идет также в рамках индивидуальных нейродинамических особенностей испытуемого.

Результаты, которые были получены при обработке данных 227 человек, зарегистрированных на сайте, и 50 волонтеров, которые проводят мониторинги с использованием программы «Локальный универсальный мониторинг», показывают, что при выявлении групповых эффектов следует более тщательно подходить к формированию самих групп для дальнейшего анализа данных, включая в них лиц с *однотипными* изменениями тех или иных показателей и одинаковыми индивидуально-типологическими особенностями.

Из данных, приведенных на рис. 3, видно, что характер изменения времени реакции на звуковой сигнал в группе испытуемых (длительность наблюдений не превышала 1.5–2 мес) несколько расходится с индивидуальными показателями (более 1500 дней измерений, 52 события). Возможно, это связано как с длительностью анализируемого ряда наблюдений, так и с индивидуальными особенностями данного волонтера. Кроме того, на этом же ряде наблюдений удалось установить, что число запаздывающих реакций на звуковой сигнал у отдельных волонтеров повышается в день геомагнитного возмущения, а в группе такой эффект отсутствует.

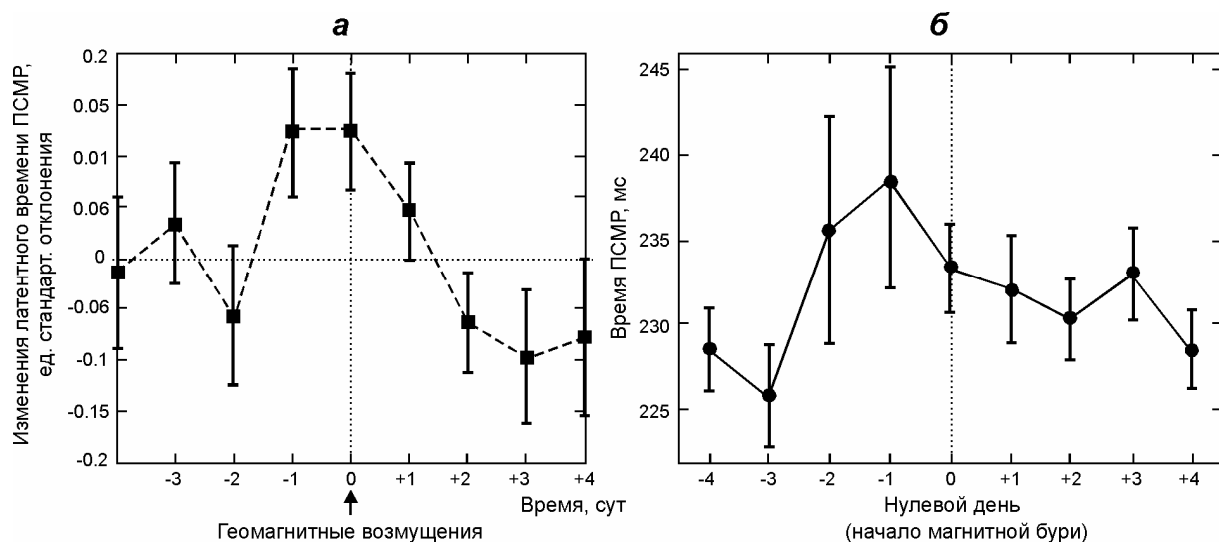


Рис. 3. Изменение латентного времени простой слухомоторной реакции (ПСМР) в группе (а) и индивидуально (б) в диапазоне ± 4 сут относительно дат геомагнитных возмущений (нулевой день)

По оси абсцисс – время (сут) до (–) и после (+) геомагнитных возмущений

Следует отметить, что для удобства пользователей вывод результатов осуществляется в виде интерактивных графиков и таблиц, формирования отчетов (файлы формата PDF), экспорта результатов в файл формата CSV.

Итак, разработанные информационная система «Универсальный мониторинг экологического здоровья человека» и программа «Локальный универсальный мониторинг» социально ориентированы, доступны и позволяют:

- осуществить лично-ориентированный подход к анализу данных функционального состояния человека;
- разработать дифференцированный подход к анализу изменений психофизиологических показателей для определенных групп лиц (в том числе в областях деятельности человека, связанных с повышенным риском для здоровья, работы в экстремальных условиях);
- увеличить точность прогноза реагирования конкретного человека на те или иные факторы внешней среды.

Таким образом, увеличение числа доступных для широкого круга пользователей различных информационных систем и расширение их возможностей позволит не только формировать базы данных регистрируемых показателей, но также классифицировать индивидуальные изменения и на этой основе формировать группы с однотипными изменениями показателей. Именно такой подход, в свою очередь, позволит разработать лично-ориентированный прогноз возможного развития психофизиологических ответов организма на воздействие факторов внешней среды, в том числе и космофизических.

Выводы

Представленные в настоящем обзоре материалы убедительно показывают, что психофизиологические показатели могут быть использованы для оценки влияния космofизических факторов на центральную нервную систему человека, поскольку имеют ряд преимуществ: неинвазивность, возможность осуществлять диагностику как аппаратными методами (в том числе с использованием компьютерных программ), так и неаппаратными («бумага–карандаш»), как индивидуально, так и в группах. Использование доступных информационных технологий безусловно позволит расширить круг потенциальных пользователей не только для решения научных задач, но и с целью продвижения самомониторинга в рамках здоровьесбережения.

В заключение хотелось бы обратить внимание на то, что назрела необходимость унификации методических подходов, используемых методик, интерпретации результатов в области психофизиологических исследований.

Литература

- Агаджанян Н.А., Макарова И.И.* Влияние магнитных поле на биообъекты различного уровня организации. Режим доступа: <http://rezonator.tver.narod.ru>
- Агапова О.Б., Кормалыга В.И., Маджитов Р.У., Седакова Л.М.* Влияние колебаний космofизического фона на успеваемость учащихся среднего звена в школе // Журн. проблем эволюции открытых систем. 2004. Вып. 6, т. 1. С. 143–147. Цит. по: *Ковалева А.В.* Влияние электромагнитных полей и излучений на биообъекты // Актуальні питання біології, екології та хімії. 2009. № 1. С. 64–85.
- Ананьев Б. Г.* Психология чувственного познания. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1960. 486 с.
- Анастаси А.* Психологическое тестирование. М.: Педагогика, 1982. Т. II. С. 114–119.
- Архангельская Е.В., Грабовская Е.Ю., Коновальчук В.Н.* Исследование влияния естественных гелиомагнитных флуктуаций на биоэлектрическую активность мозга человека // Уч. зап. Таврич. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. Биология, химия. 2006. Т. 19 (58), № 3. С. 3–8.
- Белишева Н.К., Качанова Т. Л., Немцов В.И., Фомин Б.Ф., Лебедева В.В.* Глобальная модуляция психоэмоционального состояния человека геокосмическими агентами // Тр. II Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», г. Санкт-Петербург, 3–7 июля 2000 г. СПб., 2000. С. 83–95.
- Белишева Н.К., Качанова Т.Л., Конрадов А.А.* Оценка роли геокосмических агентов для состояния организма в зависимости от методов исследования и полноты данных // Тез. докл. Международного Крымского семинара «Космос и биосфера. Физические поля в биологии, медицине и экологии», г. Партенит, Крым, Украина, 1–6 октября 2001 г. Киев, 2001. С. 134–135.
- Белов Д.Р., Канунников И.Е., Кавшбая Н.А.* Влияние пола на пространственную синхронизацию ЭЭГ // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 1997. Т. 83, № 7. С. 28–36.
- Белов Д.Р., Канунников И.Е., Киселёв Б.В.* Зависимость пространственной синхронности ЭЭГ человека от геомагнитной активности в день опыта // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 1998. Т. 84, № 8. С. 761–774.
- Белов Д.Р., Канунников И.Е., Киселёв Б.В.* Зависимость пространственной синхронности ЭЭГ человека от геомагнитной и солнечной активности // Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование. Женева, 1999. С. 229–236.

- Белов Д.Р., Гетманенко О.В., Киселёв Б.В. Двухфазная реакция нервной системы человека на геомагнитные бури по данным ЭЭГ // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2001. Т. 87, № 3. С. 296–314.
- Бобко Н.А., Василик П.В. Влияние гелиогеофизических факторов на психофизиологические показатели оператора в условиях круглосуточного производства: Роль функционального состояния. Сайт в Интернете: www.cosmos.ru/puschino/ppt/bobko.doc
- Ботоева Н.К., Гонобоблева Т.Н. Оценка влияния геомагнитной активности на пространственно-временное восприятие у здоровых лиц // Современные проблемы науки и образования. 2009. № 6. С. 11. (Приложение «Медицинские науки»).
- Василик П.В. Системный анализ влияния магнитного поля Земли на рост и развитие человека // Кибернетика и вычисл. техника. 1979. Вып. 45. С. 12–20.
- Верко Н.П., Григорьев П.Е. Особенности связи восприятия времени с космофизическими и метеорологическими факторами в зависимости от эмоциональных свойств испытуемых // Тез. VIII Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии», г. Судак, Крым, Украина, 2–12 июня 2012 г. Судак, 2012. С. 111.
- Власов Ю.В., Биляшевич Т.В. Влияние на организм человека электромагнитных полей // Безопасность жизнедеятельности: образование, экология, охрана труда, пожарная и промышленная безопасность, безопасность в ЧС // Материалы XI Международных научных чтений МАНЭБ и Международной научно-методической конференции по безопасности жизнедеятельности, г. Новочеркасск, 24–26 мая 2007 г. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2007. С. 130–135. Цит. по: Ковалева А.В. Влияние электромагнитных полей и излучений на биообъекты // Актуальні питання біології, екології та хімії. 2009. № 1. С. 64–85.
- Гайда В.К., Захаров В.П. Психологическое тестирование: Учеб. пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. С. 13–18.
- Григал П.П., Хорсева Н.И. Способ диагностики мелкой моторики руки: Патент Рос. Федерации № 2314743, опубл. 2007.
- Григорьев П.Е. Информационная технология мониторинга состояния человека для определения его зависимости от космофизических факторов: Дис. ... д-ра биол. наук. Киев; Симферополь, 2010. 362 с.
- Григорьев П.Е., Килесса Г.В., Хорсева Н.И., Овсянникова Н.М. Информационно-программное обеспечение для комплексного мониторинга и экспресс-тестирования психофизиологического состояния человека // Кибернетика и вычисл. техника. 2012. Вып. 167. С. 75–87.
- Григорьев П.Е., Поскотинова Л.В., Цандеков П.А. Динамика системных реакций организма человека на космофизические факторы // Таврич. медико-биологический вестник. 2008. Т. 11, № 4 (44). С. 124–134.
- Григорьев П.Е., Поскотинова Л.В., Цандеков П.А. Зависимость слухомоторной реакции здорового человека от геомагнитной активности // Фізіол. журн. 2009. Т. 55, № 3. С. 128–132.
- Григорьев П.Е., Хорсева Н.И. О возможной корреляции конфигурации межпланетного магнитного поля и типа нервной системы человека в момент его рождения // Тез. докл. Крымского Международного семинара «Космическая экология и ноосфера», 4–9 октября 1999 г., г. Партенит, Крым, Украина. Киев, 1999. С. 33.
- Григорьев П.Е., Хорсева Н.И. Геомагнитная активность и эмбриональное развитие человека // Биофизика. 2001. Т. 46, вып. 5. С. 919–921.
- Григорьев П.Е., Хорсева Н.И. К вопросу о влиянии геомагнитной активности в период эмбриогенеза на развитие непсихотических психических расстройств // Архів психіатрії. 2002. №3 (30). С. 85–88.
- Григорьев П.Е., Хорсева Н.И. Информационная система для изучения воздействия космической погоды на организм человека // Вестник Алма-Атинского университета энергетики и связи. 2010. № 4 (11). С. 74–79. (Материалы 7-й Юбилейной международной научно-

- технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях», 23–25 сентября 2010 г., г. Алматы, Казахстан).
- Григорьев П.Е., Хорсева Н.И., Григал П.П., Сергачев И.А., Подзноева З.Л., Храмов В.В. Создание информационной технологии изучения зависимости функционального состояния человека от космофизических факторов // Геофизические процессы и биосфера. 2010а. Т. 9, № 1. С. 63–73.
- Григорьев П.Е., Хорсева Н.И., Козак Л.М. Биотехническая система диагностики состояния человека и его связи с космофизическими факторами // Кибернетика и вычисл. техника. 2010б. Вып. 161. С. 68–80.
- Гурова Е.В. Некоторые особенности асимметрии анализаторных систем головного мозга человека. М., 1976. 50 с. (Тр. НИИ психиатрии РСФСР. Функциональная асимметрия и адаптация человека.)
- Доброхотова Т.А., Федорук А.Г., Брагина И.Н. Функциональные асимметрии в деятельности человека // Взаимоотношение полушарий мозга: Материалы Всесоюз. конф. Тбилиси, 1982. 122 с.
- Доронин В.Н., Парфентьев В.А., Глеулин С.Ж., Намвар Р.А., Сомсиков В.М., Дробжжев В.И., Черемис А.В. Влияние вариаций геомагнитного поля и солнечной активности на физиологические показатели человека // Биофизика. 1998. Т. 43, вып. 4. С. 647–653.
- Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. СПб.: Братство, 1994. 364 с.
- Зенченко Т.А., Хорсева Н.И., Григал П.П., Мёрзлый А.М., Цандеков П.А., Григорьев П.Е., Подзноева З., Бреус Т.К., Стоилова И., Димитрова С., Джорданова М. Метод мониторинга психофизиологических показателей человека для определения степени индивидуальной чувствительности к внешним факторам // Тр. Болгарской академии наук. 2009. С. 166–170.
- Зенченко Т.А., Цандеков П.А., Григорьев П.Е., Мёрзлый А.М., Зенченко К.И., Хорсева Н.И., Григал П.П. Исследование характера связей физиологических и психофизиологических показателей человеческого организма с метеорологическими и геомагнитными факторами // Геофизические процессы и биосфера. 2008. Т. 7, № 3. С. 25–36.
- Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск: Наука, 1980. 191 с.
- Казначеев В.П., Деряпа Н.Р., Хаснулин В.И., Трофимов А.В. О феномене гелиогеофизического импринтирования и его значение в формировании типов адаптационных реакций человека // Бюл. Сиб. отд. АМН СССР. 1985а. № 5. С. 3–7.
- Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука, 1985б. 181с.
- Кайбышев М.С. О значении гелиобиологического прогноза в практике гражданской авиации // Солнце, электричество, жизнь. М., 1972. С. 20–21.
- Кайбышев М.С. Влияние изменений геомагнитного поля на работоспособность летного состава // Вопросы медико-биологических исследований: Материалы науч. конф. молодых ученых медико-биологического факультета. М., 1974. С. 63–65.
- Кайбышев М.С. Изучение измерений работоспособности летного состава при геомагнитных возмущениях // Солнце, электричество и жизнь. М., 1976. С. 31–33.
- Кануников И.Е., Белов Д.Р., Гетманенко О.В. Влияние геомагнитной активности на электроэнцефалограмму человека // Экология человека. 2010. № 6. С. 6–11.
- Кануников И.Е., Киселев Б.В., Киселев В.Б., Шамаева Т.Ф. Влияние геомагнитной активности на рекуррентную динамику электроэнцефалограммы человека // Вопр. геофизики. Вып. 44. СПб., 2011. С. 172–178. (Уч. зап. СПбГУ. № 444).
- Карелин А. А. Большая энциклопедия психологических тестов. М.: Эксмо, 2007. 416 с.
- Кимура Д. Половые различия в организации мозга // В мире науки. 1992. № 11/12. С. 73–80.

- Кольшикин В.В.* Особенности психофизиологических механизмов адаптации в зависимости от латерального фенотипа человека: Автореф. ... дис. д-ра биол. наук. Томск, 1997. 42 с.
- Лоскутова Т.Д.* Оценка функционального состояния центральной нервной системы человека по параметрам простой двигательной реакции // Физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 1975. Т. 61, № 1. С. 3–11.
- Лысков Е.Б., Медведев С.В., Алексанян З.А., Чернышёв М.В., Дудко М.М., Михайлов В.О.* Нейрофизиологические подходы к изучению чувствительности человека к действию слабых электромагнитных полей // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине. СПб., 1997. С. 182.
- Любарский А.В., Григорьев П.Е., Хорсева Н.И.* К вопросу о влиянии геомагнитной активности в период эмбриогенеза на развитие непсихотических психических расстройств // Архів психіатрії. 2002. № 3(30). С. 85–88.
- Максимов А.Л., Волков А.И., Савицкая А.А., Шабанов Г.А., Лебедев Ю.А., Рыбченко А.А.* О резонансном взаимодействии шумановских биосферных частот и ритмов головного мозга человека // Науч. тр VI Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», г. Санкт-Петербург, 02–06 июля 2012 г. СПб., 2012. С. 168.
- Моисеева Н.И.* Структура биоритмов как один из критериев возможностей физиологической адаптации организма // Физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 1978. Т. 4, № 11. С. 1632–1640.
- Моисеева Н.И., Сысоев В.М.* Временная среда и биологические ритмы. Л.: Наука, 1981. 127 с.
- Москвин В.А.* Проблема связи латеральных профилей с индивидуальными различиями человека: Дис. ... д-ра психол. наук. Уфа, 2002. 368 с.
- Общая психодиагностика / Под ред. А.А. Бодалева, В.В. Столина. М.: Изд-во МГУ, 1988. С. 10–13.
- Практикум по психодиагностике: дифференциальная психометрика / Под ред. В.В. Столина, А.Г. Шмелева. М.: Изд-во МГУ, 1984. С. 16–17.
- Пресман А.С.* Электромагнитные поля и живая природа. М.: Наука, 1968. 288 с.
- Пятков А.В.* Корреляционный анализ метеолабильности церебрального гомеостаза у практически здоровых молодых людей Европейского Севера // Тез. докл. Регионального симпозиума «Адаптация к экстремальным геофизическим факторам и профилактика метеотропных реакций», г. Новосибирск, 1–3 ноября 1989 г. Новосибирск, 1989. С. 37–40
- Раевская О.С.* Геомагнитное поле и организм человека (обзор) // Успехи физиол. наук. 1988. Т. 19, № 4. С. 91–108.
- Раевская О.С., Рыжиков Г.В.* Изменения геомагнитного поля и динамика межполушарной асимметрии // Физиология человека. 1984. Т. 10, № 3. С. 471–474.
- Русалов В.М.* Биологические основы индивидуально-психологических различий. М.: Наука, 1979. 352 с.
- Рыжиков Г.В., Раевская О.С.* Влияние геомагнитного поля на некоторые показатели психической деятельности // Психол. журн. 1982. Т. 3, № 6. С. 73–75.
- Сивицкий В.Г.* Психодиагностика. Минск: ЗАО «Веды», 2003. 46 с.
- Сидякин В.Г., Темуриянц Н.А., Сташков А.М., Макеев В.Б.* О чувствительности нервной системы к изменению солнечной активности (Обзор литературы) // Журн. невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1983. Т. 83, вып. 1. С. 134–137.
- Сидякин В.Г., Янова Н.П., Сухинин А.В., Архангельская Е.В., Кириллова А.В., Шинкаревский П.В., Куличенко А.М.* Корреляционные взаимоотношения ЭЭГ человека и параметров гелиогеомагнитной активности // Тез. докл. Крымского международного семинара «Космос и биосфера», 1–6 октября 2001 г., г. Партенит, Крым, Украина. Киев, 2001. С. 146–147.

- Сучкина Е.Г. Влияние метеофакторов на психофизиологические реакции человека // Физиология человека. 1985. Т. 11, № 3 С. 470–473.
- Тамбиев А.Э., Медведев С.Д., Егорова Е.В. Влияние геомагнитных возмущений на функции внимания и памяти // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1995. Т. 29, № 3. С. 43–45.
- Усенко Г.А. Функциональные и резервные возможности организма высоко- и низкотревожных летчиков Западной Сибири и их связь с динамикой солнечной активностью: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 1995. 38 с.
- Файнзильберг Л.С. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы: Теория и практика. Киев.: Наук. думка, 2008. 333 с.
- Хаснулин В.И. Асимметрии мозга и экология человека: Доклад на заседании Проблемной комиссии 53.04. «Общая патология и экология человека» Научного совета № 53 по медицинским проблемам Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера 16 октября 2003 г. Режим доступа: <http://hasnulin.pp.ru/node/30>
- Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 1982. 123 с.
- Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. М., 1992. 135 с.
- Холодов Ю.А., Шишло М.А. Электромагнитное поле в нейрофизиологии. М.: Наука, 1979. 190 с.
- Хомская Е.Д., Ефимова И.В., Сироткина Е.Б. Межполушарная асимметрия и произвольная регуляция интеллектуальной деятельности (к проблеме психодиагностики) // Вопросы психологии. 1988. № 2. С. 147–151.
- Хомская Е.Д., Ефимова И.В., Будыка Е.В., Ениколопова Е.В. Нейропсихология индивидуальных различий. М.: Роспедагентство, 1997. 282 с.
- Хорсева Н.И. Экологическое значение естественных электромагнитных полей в период внутриутробного развития человека: Дис... канд. биол. наук. М., 2004. 144 с.
- Хорсева Н.И., Григорьев П.Е. Возможная роль гелиогеофизических факторов в развитии симптомокомплекса послеродовой энцефалопатии // Геофизические процессы и биосфера. 2005. Т. 4, № 1/2. С. 98–100.
- Хорсева Н.И., Григорьев П.Е. Влияние космофизических факторов на процессы раннего онтогенеза // Кол. монография под ред. П.Е. Григорьева, И.Э. Сулейменова. Симферополь: ДИАЙПИ, 2010а. С. 32–47.
- Хорсева Н.И., Григорьев П.Е. Методические подходы к обработке индивидуальных данных компьютеризированного мониторинга функционального состояния человека. Ч. 1. Учет психоэмоционального состояния // Таврич. медико-биол. вестник. 2010б. Т. 13, № 3(51). С. 242–247.
- Хорсева Н.И., Зенченко Т.А. Сравнение индивидуально-типологических особенностей людей, рожденных в разные годы 21–23 циклов солнечной активности // Тез. VI Международной Крымской конференции «Космос и биосфера», г. Партенит, Крым, Украина, 26 сентября–1 октября 2005 г. Киев, 2005. С. 76.
- Хорсева Н.И., Зенченко Т.А., Григал П.П. Предварительные результаты оценки чувствительности психофизиологических показателей к геомагнитной активности // Тез. докл. VII Международной Крымской конференции «Космос и биосфера», г. Судак, Крым, Украина, 1–6 октября 2007 г. Киев: Mavis, 2007. С. 80.
- Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1973. 349 с.
- Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. М.: Мысль, 1995. 770 с.
- Чуприков А.П., Гурова Е.В., Власова Н.Ю., Краснова Н.Н. Распределение «рукости» и некоторых антропофизиологических признаков среди практически здорового населения г. Москвы // Асимметрия. 2010. № 1. С. 51–75.

- Шабанов Г.А., Максимов А.Л., Рыбченко А.А. Функционально-топическая диагностика организма человека на основе анализа ритмической активности головного мозга. Владивосток: Дальнаука, 2011. 206 с.
- Шванцара Й. Диагностика психического развития. Прага: Авиценум, 1978. С. 46.
- Cherry N.J. Human intelligence: the brain, an electromagnetic system synchronised by the Schumann resonance signal // *Med. Hypotheses*. 2003. V. 60, N 6. P. 843–844.
- Eidelberg P.M., Galaburda A.M., Geschwind N. Cerebral asymmetries: Implications for the lateralization of language function, handedness and vision // *J. Neuroophthalmol.* 1982. V. 2. P. 108.
- Mulligan B.P., Persinger M.A. Experimental simulation of the effects of sudden increases in geomagnetic activity upon quantitative measures of human brain activity: validation of correlational studies // *Neurosci. Lett.* 2012. V. 516, N 1. P. 54–56.

Сведения об авторе

ХОРСЕВА Наталия Игоревна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН. 119334, г. Москва, ул. Косыгина, д. 4. E-mail: sheridan1957@mail.ru

POSSIBILITY OF USING THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICES FOR THE EVALUATION OF THE INFLUENCE OF COSMOPHYSICAL FACTORS (review)

N.I. Khorseva^{1,2}

¹ Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² The Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The review firstly summarizes evaluation of the functional response of the central nervous system (CNS) to change of cosmophysical factors using different psychophysiological parameters (electrical activity of the brain, sensomotor, motor reactions, higher mental functions – attention, memory). Possibilities of information technology application for recording various physiological parameters are analyzed.

Keywords: cosmophysical factors, geomagnetic activity, central nervous system, physiological parameters, electrical activity of the brain, sensomotor response, attention, memory, information technologies.