УДК 504.75.05 : 502.58:64

© З. Л. Подзноева, П. А. Цандеков

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

РВУЗ "Крымский инженерно-педагогический университет"; г. Симферополь, пер. Учебный, 8
e-mail: zarema.podznoeva@gmail.com

Подзноева З. Л., Цандеков П. А. **Влияние физических факторов внешней среды на организм человека. –** В статье приведены результаты изучения характерных изменений состояния физиологических систем организма здорового человека относительно дат специфических гелиогеофизических событий. Показано существование систематических изменений состояния организма, имеющих смысл приспособительных реакций к возможных экологически значимым изменениям в среде обитания, связанных с действием гелиогеофизических факторов.

Ключевые слова: геомагнитная активность, магниточувствительность, психофизиологические показатели, артериальное давление.

Введение

Большинство физических факторов внешней среды, во взаимодействии с которыми эволюционировал человеческий организм, имеют электромагнитную природу. Все источники электромагнитного поля (ЭМП) можно разделить на естественные и техногенные [3]. К естественным физическим полям относят геомагнитное поле Земли (ГМП), которое представляет собой спектр электромагнитных "шумов", в условиях которых существует все живое на Земле. Техногенные физические поля являются порождением современных технологических процессов промышленного и сельскохозяйственного производства в жизнеобеспечении человечества.

Одной из главных "мишеней" при воздействии геомагнитного поля Земли на организм человека является сердечно-сосудистая система. Известно, что кровь человека является проводящей жидкостью, обладающей магнитными свойствами, все управляющие сигналы мозга являются электромагнитными импульсами. Поэтому изменения в электромагнитном окружении человека не может не оказывать влияние на его самочувствие и физическое состояние [2].

Анализ результатов исследований, выполненных в разное время и в различных регионах, показал, что по мере усложнения организации биосистем уменьшается степень специфичности их реакций на магнитное поле и соответственно увеличивается феномен неспецифических реакций. Это отчетливо видно при переходе от клеточного к более высокому уровню (тканевой, системный, организменный) [4].

Результатом воздействия ЭМП являются изменения со стороны сердечно-сосудистой системы: снижение артериального давления, брадикардия, замедление внутрижелудочковой проводимости, а также дисбаланс содержания ионов калия, кальция и натрия в крови. Согласно гипотезе о физиологических механизмах воздействия ГМП [4] увеличение его активности оказывает регулирующее влияние на ЦНС, приводя к изменению физиологических процессов в направлении компенсации и снижении чувствительности к восприятию нежелательного внешнего воздействия. В периоды магнитных бурь увеличивается время слухо- и зрительномоторных реакций, снижаются показатели внимания, кратковременной и долговременной памяти, повышается утомляемость [5].

ЭМП антропогенного происхождения обладают иными характеристиками, чем природное, и приводят к десинхронизации межклеточных и межорганных взаимодействий в биологической системе, настроенной в унисон с естественным электромагнитным фоном [1].

Работы, посвященные влиянию физических факторов внешней среды на человека, свидетельствуют о наличии научной проблемы в этой области и значительного интереса к ней. Однако эти исследования в основном посвящены адаптации организма человека к естественным полям и касаются двух крайних случаев: либо изучается проявление периодики солнечной активности в результатах медицинской статистики и статистики катастроф, либо рассматривается влияние внешних полей на очень здоровых людей, таких

как космонавты и спортсмены. Основная масса людей юношеского возраста, представленная функционально здоровыми людьми, научными исследованиями не охвачена. Поэтому вопрос о характере воздействия солнечной активности и полном наборе физических агентов, переносящих такое воздействие, остается открытым и требует дополнительного исследования, которое выявит зависимость физиологических процессов у здоровых людей юношеского возраста от гелиогеофизических факторов путем рассмотрения более широкого круга вопросов, связанных с обеспечением устойчивости биологических систем и их физиологического состояния.

Характер индивидуальной реакции конкретного организма на действие внешних факторов возможен только на основании анализа динамики достаточно длинных рядов физиологических показателей отдельных индивидуумов с оценкой степени связи между ними и внешними факторами. К сожалению, такие работы неизвестны.

Методы исследования

Для выявления зависимости физиологических показателей здорового организма от гелиогеофизических факторов в настоящее время в Крымском инженерно-педагогическом университете (г. Симферополь) совместно с Институтом земного магнетизма и распространения радиоволн РАН (Московская обл., г. Троицк) в течение трех сезонов (весна и осень 2008 г. и весна 2009 г.) проводился комплекс исследований по воздействию солнечной активности и природных факторов на физиологические и психофизиологические показатели здоровых людей. Возрастной состав основной группы обследуемых варьировал от 17 до 20 лет.

В качестве регистрируемых функциональных параметров выбраны ежедневная регистрация мониторинга у постоянной группы обследуемых:

– артериальное давление (АД) и пульс, измерения проводились дважды в день (утром и вечером) примерно в одно и то же время с использованием бытового электронного тонометра. Выполнялись три замера с интервалом в 2-3 мин, по которым затем раздельно для утренних и вечерних измерений вычислялись средние значения артериального давления систолического (АДС) и диастолического (ДАД) (разработано Т. А. Зенченко). Таким образом, для каждого волонтера было получено по четыре временных ряда измерений АД (по два утренних и два вечерних), которые затем анализировались независимо друг от друга;

– скорость простой слухомоторной реакции (ПСМР) (разработано П. П. Григалом). Измерения проводились ежедневно по рабочим дням. Скорость реакции вычислялась как среднее (по двадцати предъявлениям) время задержки нажатия клавиши после подачи звукового сигнала с компьютера, регистрируемое в миллисекундах. При обработке результатов данного теста был применен дополнительный фильтр: если среди 20 результатов измерений в данный день содержалось единственное аномально большое значение времени реакции (более 400 мс), то это значение исключалось из ряда данных, – предполагалось, что оно вызвано техническими причинами. В случаях, когда "выбросов" было более одного, такие значения учитывались наравне со всеми остальными. Таким образом, чем больше было значение показателя ПСМР, тем хуже реакция;

– показатель устойчивости произвольного внимания (ППВ, тест "корректурная проба") измерения проводились также ежедневно по рабочим дням. Выполнялся стандартный психофизический тест "корректурная проба" (Рогов, 1995), адаптированный для предъявления с экрана монитора. Испытуемому предлагалась таблица из букв кириллического алфавита размером 40×20. Перемещая курсор стрелкой вправо (обратное движение было запрещено), испытуемый должен был вычеркивать две заранее заданные буквы (в описываемом случае это были буквы К и Е). На тест отводилось 2 мин. Продуктивность выполнения выражалась безразмерной величиной, вычисляемой по формуле $ППВ = A \cdot P / (A + B + C)$, где A – число правильно вычеркнутых знаков, B – число пропущенных знаков, C – число неправильно вычеркнутых знаков, P – общее число просмотренных знаков.

– метод регистрации мелкой моторики руки (разработан П. П. Григалом, Н. И. Хорсевой) позволял оценить относительную степень активности пальцев обеих рук и, как следствие, относительную степень активности полушарий головного мозга.

Кроме того, волонтеры каждый день оценивали свое состояние по системе САН (самочувствие – активность – настоение). Перед началом мониторинга заполняли анамнестические анкеты и субъективные представления о собственной магниточувствительности. Длительность измерений составляла в каждом случае не менее 50 суток. Волонтеры выбирались из числа студентов.

В качестве индексов космической погоды используются суточные значения планетарных индексов Кр, К, Ар, числа Вольфа. Данные космической погоды получены с сайта http://www.izmiran/ru, сумма трехчасовых значений за сутки. Так же были выделены следующие типы возмущений магнитного поля Земли: малые бури (М), умеренные бури (У), большие бури (Б) и очень большие бури (ОБ).

В качестве метеорологических параметров использовались данные: атмосферное давление (АтД), температура воздуха (Тв), влажность (F%), ветер, атмосферные явления. Данные получены с сайта http://www. Gismetio.ua.

Целью экспериментальной работы является тестирование методики измерений и последующий статистический анализ, позволяющий делать надежные персональные заключения о наличии зависимости динамики физиологических показателей от вариаций гелиогеофизических факторов.

Сбор данных по такой унифицированной и оттестированной методике позволит проводить отдельные эксперименты в различное время, в разных географических пунктах, на волонтерах разных возрастных групп. Такая база необходима как основа будущих исследований общих закономерностей развития эффекта магниточувствительности и у отдельных людей.

Такая постановка эксперимента позволила провести сравнительный анализ динамики показателей для каждого волонтера, а также получить предварительные ответы на вопрос об их взаимной зависимости и особенностях их связи с факторами обычной и космической погоды.

Результаты исследования

Была обнаружена различная реакция артериального давления на факторы обычной и космической погоды. Во всех отмеченных случаях чувствительности к уровню ГМА и атмосферному давлению (АтД) зависимость была прямой – артериальное давление возрастало при повышении уровня ГМА и росте АтД; при анализе чувствительности к температуре воздуха (Т.в.) у четверых из шести волонтеров наблюдалась обратная зависимость – артериальное давление повышалось при понижении Т.в. Ежедневные вариации артериального давления при изменении ГМА совпадают с вариациями Ар-индекса, что становится еще более очевидным после выполнения низкочастотной фильтрации рядов. В то же время реакция на погоду практически во всех случаях выражается в синхронности именно низкочастотных волн длительностью до нескольких суток (рис. 1).

По показателям артериального давления чувствительность разных волонтеров к различным внешним факторам распределяется следующим образом: к уровню ГМА – у 28 волонтеров (44%, корреляция всегда положительная); к уровню АтД – у 16 волонтеров (29%, корреляция всегда положительная); к значению Т.в. – у 11 волонтеров (37%, два случая положительной корреляции и четыре отрицательной).

Учет степени связи артериального давления и психофизиологических показателей не только с внешними факторами, но и между собой, а также средних значений давления и субъективных оценок самочувствия позволяет построить для каждого волонтера индивидуальную логическую схему реакции организма на действие внешних факторов (рис. 2). Даже после вычета трендов наблюдается положительная корреляция ($p<0,05$) между показателем продуктивности произвольного внимания и АД.

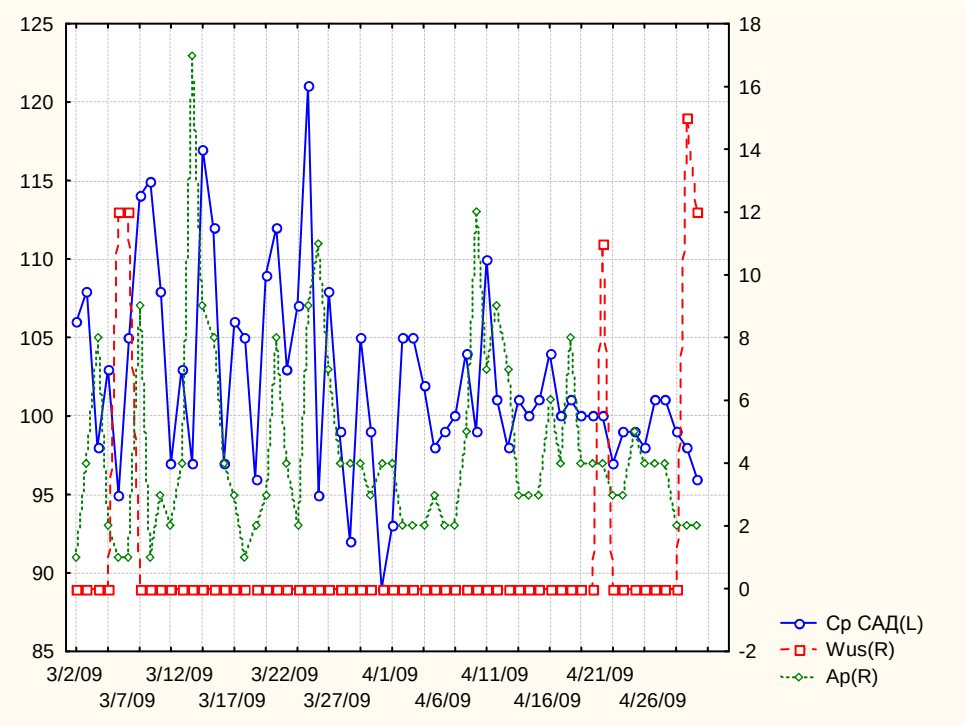

Рис. 1. График мониторинга артериального давления и космической погоды (Wus – числа Вольфа, Ар – индекс геомагнитной активности, Ср САД – среднее значение систолического артериального давления).

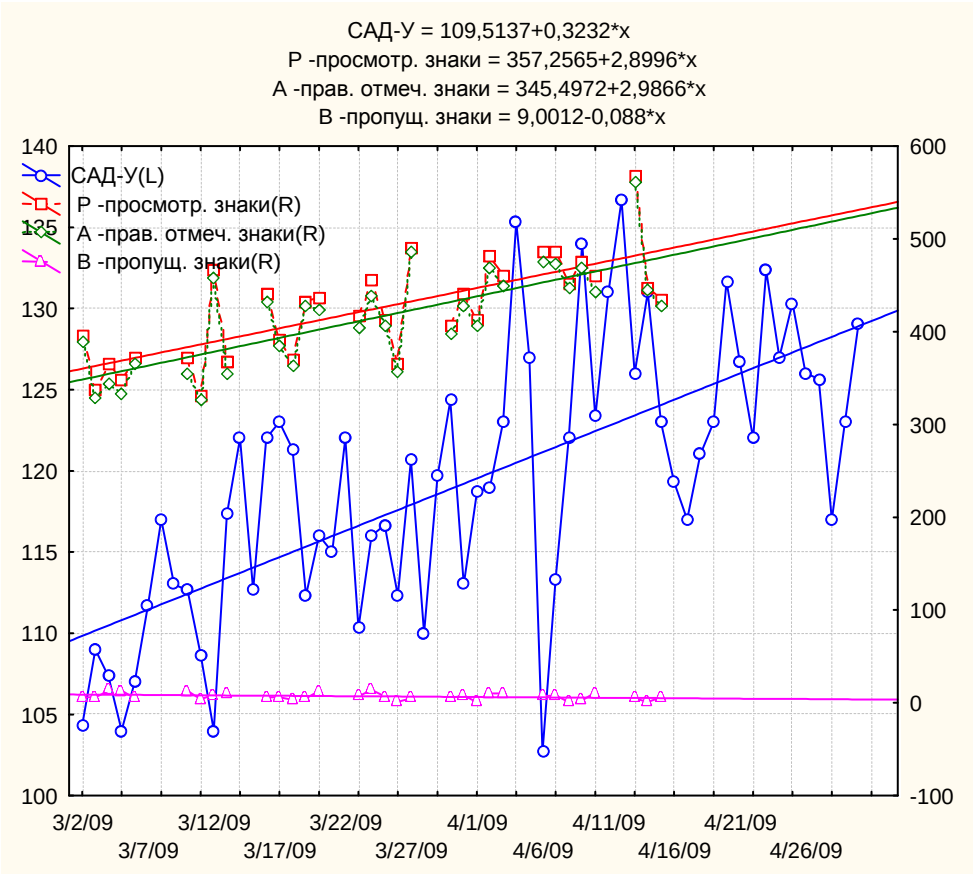

Рис. 2. График мониторинга артериального давления и показателя продуктивности произвольного внимания.

Обнаружено, что для ряда волонтеров существует очень тесная связь между показателями АД и самочувствием (анкета САН) (рис. 3). Динамика психофизиологических показателей является отражением в самочувствии волонтеров (рис. 4). Если даже незначительное повышение артериального давления приводит к улучшению самочувствия человека, то при этом будут улучшаться его психофизиологические показатели, иногда значительно. Если же рост артериального давления неблагоприятно отражается на самочувствии волонтера, то это повлечет ухудшение психофизиологических характеристик.

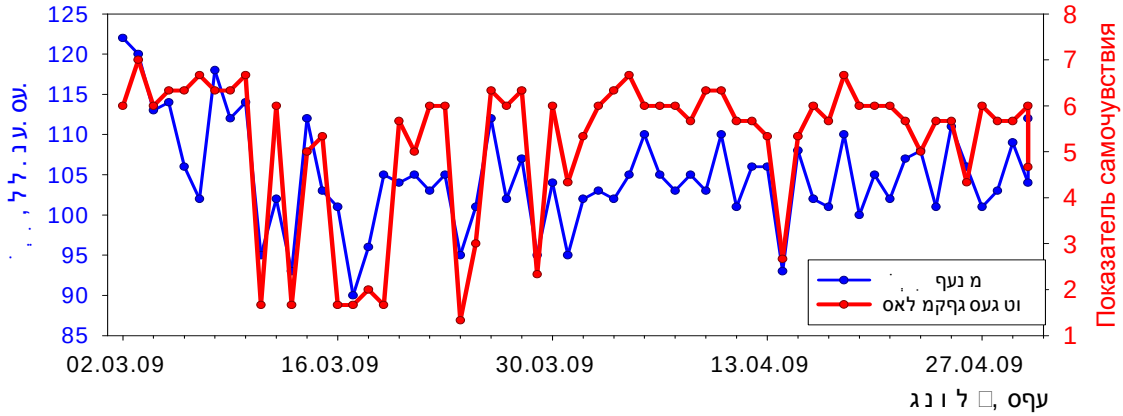

Рис. 3. Взаимосвязь показателей АД и самочувствия волонтера.

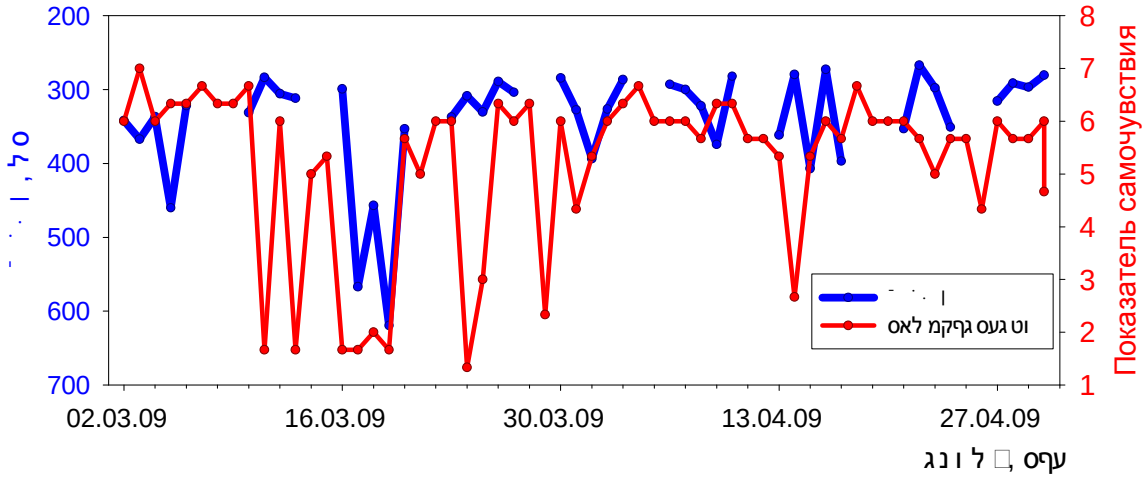

Рис. 4. Взаимосвязь психофизиологических показателей и самочувствия волонтера.

Степень статистической связи психофизиологических и физиологических показателей выше, чем психофизиологических и параметров погоды.

Результат регистрации мелкой моторики руки, полученный на данных измерений первого сезона и полностью подтвержденный на последующих, показывает, что у 19 из 49 обследованных волонтеров (40%) доля участия правой руки (и, следовательно, активность левого полушария) достоверно возрастает при повышении температуры, у троих – понижается.

Необходимо отметить, что для данного показателя число обнаруженных корреляционных связей с показателями АД и внешних факторов является незначительным, что не позволяет включить его в индивидуальные логические схемы, построенные для других измеренных показателей. На данном этапе исследования необходимо заключить, что показатель мелкой моторики руки, отражающий относительную активность полушарий мозга, по-видимому, напрямую коррелирует с показателем температуры воздуха: доля активности левого полушария возрастает при повышении температуры. Однако полученный результат требует дополнительной доскональной проверки на значительно большем числе волонтеров.

Выводы

В результате проведенного мониторинга получена предварительная оценка частоты и характера чувствительности здоровых людей к воздействию геомагнитных и метеорологических факторов, выявлен индивидуальный для каждого испытуемого характер внутренних связей между физиологическими и психофизиологическими показателями. Результаты сравнительного анализа динамики АД с метеорологическими факторами (атмосферное давление и температура воздуха) и уровнем геомагнитной активности показывают, что в группе здоровых волонтеров чувствительность к каждому из трех проанализированных внешних факторов встречается в примерно равной степени, наиболее характерной является чувствительность организма сразу к двум или трем факторам.

Установлено, что сочетание двух неблагоприятных факторов (например, повышения геомагнитной активности и понижения температуры) приводит к значительным скачкам АД у здоровых людей. Понятно, что для проведения исследований по этой методике требуется длительное изучение изменения функциональных параметров выделенной постоянной группы обследуемых, причем для снижения зашумленности данных посторонними факторами измерения должны носить длительный характер. Более того, регистрация должна проводиться в очень сжатый период времени для обследования каждого члена группы в одном и том же функциональном состоянии, а для всей группы в целом – в одно и то же время суток для исключения суточной ритмики.

Список литературы

1. *Агаджанян Н. А.* Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений / Н. А. Агаджанян, В. Н. Ораевский, И. И. Макарова. – М.: Тровант, 2001. – 136 с.

2. *Владимирский Б. М.* Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу / Б. М. Владимирский, Н. А. Темурьянц. – М.: МНЭПУ, 2000. – 378 с.

3. *Владимирский Б. М.* Космическое воздействия и эволюция биосферы / Б. М. Владимирский, Л. Д. Кисловский. – М.: Знание, 1986. – 64 с.

4. *Пресман А. С.* Электромагнитное поле и живая природа / А. С. Пресман. – М.: Наука, 1968. – 310 с.

5. *Холодов Ю. А.* Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля / Ю. А. Холодов, Н. Н. Лебедева. – М.: Знание, 1992. – 135 с.

Подзноєва З. Л., Цандеков П. О. **Вплив фізичних факторів зовнішнього середовища на організм людини. –** У статті наведено результати вивчення характерних змін стану фізіологічних систем організму здорової людини відносно дат специфічних геліогеофізичних подій. Показано існування систематичних змін стану організму, що мають сенс пристосувальних реакцій до можливих екологічно значущих змін у довкіллі, пов’язаних із дією геліогеофізичних факторів.

Ключові слова: геомагнітна активність, магніточуттєвість, психофізичні показники, артеріальний тиск.

Podznoyeva Z. L., Tsandekov P. A. **Environment physical factors' influence on the human organism. –** The results of study of typical changes in the status of physiological systems of an organism of healthy human around the date of specific heliogeophysical situations. The existence of systematic changes in the organism status, which have a sense of adaptive responses on the possible ecologically significant changes in the environment, that are related to the action of the heliogeophysical factors.

Key words: geomagnetic activity, magnetic sensitivity psychophysiological indicators, blood pressure.