

УДК 574.24

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА СТУДЕНТОВ

Михаил В. Яценко^{1, @1}, Надежда З. Кайгородова^{1, @2}

¹ Алтайский государственный университет, Россия, 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61

@1 mich.yatsenko@gmail.com

@2 kaigorodova56@gmail.com

Поступила в редакцию 30.05.2016.

Принята к печати 02.09.2016.

Ключевые слова: количественные и качественные показатели умственной работоспособности, функциональное состояние нервной системы, атмосферное давление, температура воздуха, солнечная активность, ритмы мозга.

Аннотация: Целью данной работы явилось исследование влияния погодных условий на умственную работоспособность и функциональное состояние головного мозга на примере студентов Алтайского госуниверситета. Влияние факторов внешней среды было проведено в период летней практики в разные дни, различающиеся погодными условиями. Умственная работоспособность оценивалась с помощью корректурной пробы Анфимова. Определялись объем, скорость и точность умственной работоспособности. Функциональное состояние мозга испытуемых оценивалось с помощью ЭЭГ-метода. Метеофакторы оказывают как позитивное, так и негативное воздействие на функциональное состояние нервной системы студентов и на показатели умственной работоспособности. При этом качественные показатели оказались более чувствительными к воздействию негативных факторов среды. По-видимому, это обусловлено различиями в механизмах обеспечения количественных и качественных составляющих умственной работоспособности. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы для решения вопросов дифференциации и оптимизации обучения, прогнозирования метеорезистентности и метеочувствительности студентов.

Для цитирования: Яценко М. В., Кайгородова Н. З. Влияние погодных условий на показатели умственной работоспособности и биоэлектрическую активность головного мозга студентов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 1. С. 31 – 36.

Современная система вузовского образования характеризуется увеличением учебной нагрузки в вузах. Возрастающие информационные нагрузки не всегда адекватны физиологическим и психологическим возможностям современных студентов, что приводит к истощению ресурсов их организма, снижению эффективности умственной деятельности и развитию утомления.

Для разработки и внедрения мероприятий по своевременной диагностике и коррекции утомления у студентов с учетом их физиологических и психологических особенностей необходимо изучение влияния разных факторов как эндогенной, так и экзогенной природы на функциональное состояние организма студентов. Успешное решение этой проблемы способствует охране здоровья и повышению умственной работоспособности студентов [1; 2].

На функциональное состояние нервной системы влияют различные факторы, в частности погодные условия [3; 4; 5; 6 – 8 и др.].

Неблагоприятные климатические факторы нарушают протекание адаптационных процессов в организме, что влияет на состояние умственной работоспособности [9].

Вопросы исследования умственной работоспособности при различных типах погоды на сегодняшний день остается до конца неизученным.

В связи со сказанным целью данной работы явилось исследование влияния погодных условий на умственную ра-

ботоспособность и функциональное состояние головного мозга на примере студентов Алтайского госуниверситета.

Оценка влияния факторов внешней среды на умственную работоспособность и функциональное состояние головного мозга было проведено в период летней практики в разные дни, различающиеся погодными условиями. Учитывалось влияние следующих факторов: воздействие атмосферного давления, температуры воздуха, солнечной активности. Влажность воздуха и скорость ветра были в пределах комфорта. Данные показателей погоды на моменты проведения замеров были взяты с интернет-сайта погоды <http://russian.wunderground.com> и контролировались собственными наблюдениями.

В замеры принимали участие 49 студентов обоего пола в возрасте 18 – 19 лет.

Умственная работоспособность оценивалась с помощью корректурной пробы Анфимова. Определялись объем, скорость и точность умственной работоспособности. Функциональное состояние мозга испытуемых оценивалось с помощью ЭЭГ-метода. Электроэнцефалограмма записывалась на совмещенном с компьютером 19-канальном анализаторе электрической активности мозга «Энцефалан-131-01» фирмы «МЕДИКОМ ЛТД» (Россия).

Перед выполнением студентами теста на умственную работоспособность регистрировали ЭЭГ от 19 отведений, монополярно, по международной системе 10 – 20, в положении сидя, в состоянии спокойного бодрствования при открытых и закрытых глазах. Референтные электро-

ды крепились к мочкам ушей. Регистрировали четыре основных диапазона составляющих ЭЭГ: дельта 0.3 – 4 Гц, тета 4 – 8 Гц, альфа 8 – 13 Гц, бета 13 – 30 Гц. Запись и предварительную обработку ЭЭГ проводили с использованием программного обеспечения, разработанного для данного прибора.

Полученные данные подвергались статистической обработке с помощью пакета Stat Plus для Microsoft Excel.

Результаты исследования умственной работоспособности при различном атмосферном давлении представлены на рис. 1.

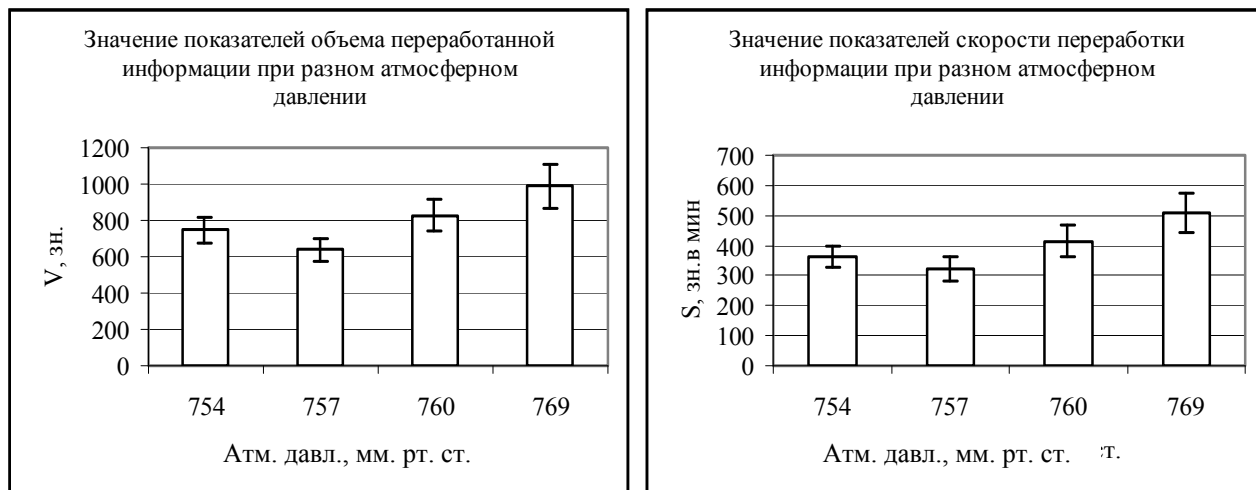


Рис. 1. Умственная работоспособность при различном атмосферном давлении ($p < 0.05$)

Fig. 1. Task performance at different atmospheric pressure ($p < 0.05$)

Как можно видеть, достоверно более высокие значения ($p < 0.05$) показателей объема и скорости наблюдались у испытуемых при максимальном значении атмосферного давления (769 мм рт. ст.). При более низком давлении (754 и 757 мм рт. ст.) показатели умственной работоспособности были достоверно меньше ($p < 0.05$), чем при атмосферном давлении 769 мм рт. ст.

При анализе влияния атмосферного давления на состояние биоэлектрической активности головного мозга было отмечено, что при давлении равном 754 и 757 мм рт. ст. у испытуемых преобладали тормозные влияния на кору головного мозга: в эти дни ЭЭГ характеризовалась более выраженным дельта ритмом по показателям индекса, амплитудной и мощностной плотности, а также более низким значением индекса бета-ритма ($p < 0.05$) (таблица 1).

Таблица 1. Значения ЭЭГ-показателей при различном атмосферном давлении

Table 1. Indicator values of the electroencephalogram at different atmospheric pressures

| № замера | Атм. давление | Амплитуда дельта-ритма, mkV/Hz | Индекс дельта-ритма, % | Частота дельта-ритма, Hz | Мощность дельта-ритма, mkV^2/Hz | Индекс бета-ритма, % |
|----------|-----------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1 | 754 мм. рт. ст. | 3,36 ±0,56 | 48,50 ±6,80 | 1,42** ±0,16 | 39,92 ±10,30 | 24,83 ±3,99 |
| 2 | 757 мм. рт. ст. | 4,02* ±0,73 | 55,17* ±3,98 | 1,49* ±0,21 | 59,17* ±17,58 | 25,78* ±4,05 |
| 3 | 760 мм. рт. ст. | 2,36* ±0,49 | 37,37* ±4,06 | 1,99*,** ±0,40 | 24,95* ±3,78 | 34,42*,** ±5,33 |
| 4 | 769 мм. рт. ст. | 3,18 ±0,88 | 42,00 ±8,81 | 1,67 ±0,59 | 40,43 ±14,62 | 20,71** ±5,42 |

Примечание: *, ** – различия достоверны при ($p < 0.05$).

Противоположная картина (таблица 1) наблюдалась при атмосферном давлении равном 760 мм. рт. ст. У испытуемых в этот момент на ЭЭГ присутствовал слабо выраженный высокочастотный дельта-ритм, с высоким значением индекса бета-ритма. Данные характеристики дельта- и бета-ритмов ЭЭГ свидетельствуют о большей активации ЦНС испытуемых при таком значении атмосферного давления ($p < 0.05$). На показателях альфа- и тета-ритма ЭЭГ изменения атмосферного давления не отразились.

Согласно данным литературы, дельта-ритм у здорового взрослого человека в покое практически отсутствует, но доминирует в ЭЭГ на четвертой стадии сна и при низком уровне активности коры больших полушарий [10].

К настоящему времени имеются данные, свидетельствующие о том, что связанное с предъявлением стимулов изменение спектральной мощности ЭЭГ наблюдается в разных частотных диапазонах, что является коррелятом когнитивных процессов, участвующих в обработке предъявляемой информации [11]. При выполнении мыс-

лительных заданий может усиливаться и дельта-, и тета-активность [10], что связано либо с эмоциональностью, либо с поиском соответствия между внешним стимулом и некоторым внутренним паттерном.

Таким образом, при разном атмосферном давлении обнаружено отличие функционального состояния головного мозга испытуемых. Так, при атмосферном давлении равном 754 и 757 мм. рт. ст. функциональное состояние характеризовалось более выраженными процессами торможения, чем при атмосферном давлении равном 760 мм. рт. ст., что коррелировало с более низкими показателями объема и скорости умственной работоспособности студентов.

Результаты анализа влияния температуры воздуха на показатели умственной работоспособности представлены в таблице 2. Как можно увидеть, температура воздуха оказала влияние как на количественные (объем и скорость), так и на качественные (точность работы) показатели умственной работоспособности. При этом если максимальные значения объема и скорости работы приходились на замер, в который температура воздуха была 29 °С, то точность работы – на 22 °С. Последнее согласуется с рекомендациями СанПиНа [12].

Полученные данные можно объяснить тем, что, с одной стороны, температура воздуха, соответствующая комфортной величине наблюдалась только в среднем замере (+22 °С). В первом замере соответственно была ниже (+13 °С), а в третьем выше (+29 °С) требований СанПиНа к температурному режиму в учебных помещениях. С другой стороны, по-видимому, более чувствительными к нарушению температурного комфорта оказались качественные показатели умственной работоспособности.

Таким образом, температура воздуха оказала влияние на показатели умственной работоспособности, что согласуется с данными литературы [13; 14].

При анализе влияния температуры воздуха на ЭЭГ-характеристики испытуемых были получены результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3. Значения ЭЭГ-характеристик дельта-ритма при различной температуре воздуха
Table 3. Indicators of electroencephalogram characteristics of delta-rhythm at different air temperatures

| <i>t, °C воздуха</i> | <i>Амплитуда дельта-ритма, mkV/Hz</i> | <i>Индекс дельта-ритма, %</i> | <i>Мощность дельта-ритма, mkV²/Hz</i> |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|
| +13 | 4,02 ± 0,73 | 55,17 ± 3,98 | 59,17 ± 17,58 |
| +22 | 3,36* ± 0,56 | 48,50** ± 6,80 | 39,92*** ± 10,30 |
| +29 | 4,69* ± 0,49 | 59,21** ± 2,00 | 87,88*** ± 17,33 |

Примечание: *, **, *** – различия достоверны при (p < 0.05).

Таким образом, выявленные различия между показателями дельта-ритма ЭЭГ, в замерах с высокой и средней температурой воздуха, свидетельствуют о влиянии данного экологического фактора на функциональное состояние головного мозга испытуемых. При высокой температуре воздуха (+29 °С) состояние характеризовалось выраженными процессами торможения, что коррелировало с низкой точностью умственной работы, в то время как при средней температуре (+22 °С) процессы торможения

Таблица 2. Значения показателей умственной работоспособности при различной температуре воздуха
Table 2. Indicator values of task performance at different air temperatures

| | <i>13 °C</i> | <i>2 °C</i> | <i>29 °C</i> |
|----------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Объем | 639,75* ± 62,06 | 747,92 ± 71,58 | 868,50* ± 76,90 |
| Скорость | 320,36* ± 40,71 | 362,42 ± 37,49 | 436,55* ± 51,84 |
| Точность | 0,90 ± 0,06 | 0,94* ± 0,03 | 0,87* ± 0,03 |

Примечание: * – различия достоверны при (p < 0.05).

Различия между замерами проявились только в показателях выраженности дельта-ритма ЭЭГ: индекса, амплитудной и мощностной плотности. Можно отметить, что при нахождении испытуемых в условиях более высокой температуры воздуха, у них отмечались более высокие значения данных показателей, что свидетельствует о преобладании процессов торможения, что подтверждает данные, имеющиеся в литературе [4].

Полученные результаты согласуются с имеющимися в литературе в том, что лица с наличием выраженных тормозных влияний на кору головного мозга имеют низкие значения показателей объема и скорости переработки информации [15].

При средней температуре, более комфортной, процессы торможения выражены слабее. При низкой температуре воздуха достоверных различий между ЭЭГ-характеристиками разных замеров обнаружено не было (таблица 3).

менее выражены, что способствовало оптимальной умственной работоспособности.

Известно, что текущая солнечная активность может оказывать влияние на самочувствие человека и его работоспособность [8; 16 – 18; и др.].

Результаты влияния солнечной активности на показатели умственной работоспособности представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели умственной работоспособности при различной активности солнца
Table 4. Factors of task performance at different solar activities

| | 35 кол-во пятен | 51 кол-во пятен | 79 кол-во пятен | 129 кол-во пятен |
|---|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| V | 988,14 ±120,91*, **, *** | 639,75 ±62,06* | 747,92 ±71,58** | 828,79 ±84,60*** |
| S | 508,43 ±65,37*, **, *** | 320,36 ±40,50* | 362,42 ±37,49** | 414,63 ±53,90*** |

Обозначения: *, **, *** – различия достоверны при ($p < 0.05$).

Значимые различия проявилась только в показателях объема и скорости переработки информации. При этом высокие значения ($p < 0.05$) данных показателей обусловлены низкой (35 солнечных пятен) и высокой (129 солнечных пятен) солнечной активностью. Низкий уровень ($p < 0.05$) умственной работоспособности наблюдается на фоне средней солнечной активности (51 и 79 солнечных пятен).

Таким образом, солнечная активность также оказала влияние на количественные показатели умственной работоспособности, высокие значения которых наблюдались при минимальной и максимальной солнечной активности.

При разном уровне солнечной активности наблюдались отличия в функциональном состоянии нервной системы студентов (таблица 5).

Таблица 5. Значения ЭЭГ-характеристик при различной активности солнца ($p < 0.05$)
Table 5. Indicators of electroencephalogram characteristics at different solar activities ($p < 0.05$)

| Кол-во солнечных пятен | Ампл. дельта-ритма, mkV/Hz | Индекс дельта-ритма, % | Частота дельта-ритма, Hz | Мощность дельта-ритма, mkV^2/Hz | Индекс бета-ритма, % |
|------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 35 | 3,18 ±0,88 | 42,00 ±8,81* | 1,67 ±0,59 | 40,43 ±14,62 | 20,71 ±5,42* |
| 51 | 4,02 ±0,73* | 55,17 ±3,98*, ** | 1,49 ±0,21** | 59,17 ±17,58* | 25,78 ±4,05** |
| 79 | 3,36 ±0,56 | 48,50 ±6,80 | 1,42 ±0,16* | 39,92 ±10,30** | 24,83 ±3,99*** |
| 129 | 2,36 ±0,49* | 37,37 ±4,06** | 1,99 ±0,40*, ** | 24,95 ±3,78*, ** | 34,42 ±5,33*, **, *** |

Примечание: *, **, *** – различия достоверны при ($p < 0.05$).

Во время замера в день с высокой солнечной активностью (129 солнечных пятен) ЭЭГ характеризовалась низкой амплитудой, индексом, мощностной плотностью и высокой частотой дельта-ритма, а также высоким значением индекса бета-ритма. Это свидетельствует о слабой выраженности процессов торможения и большей – процессов активации коры у испытуемых в данном замере.

Среднее значение солнечной активности (51 и 79 пятен) наоборот характеризовалось доминированием медленноволновой дельта-активности в биоэлектрической активности мозга (таблица 5), что свидетельствует о выраженности процессов торможения в функциональном состоянии головного мозга в это время. Влияние более низкого уровня солнечной активности (35 солнечных пятен) проявилось в более слабой выраженности процессов торможения, о чем свидетельствует низкий индекс дельта-ритма (таблица 5).

Таким образом, различия между ЭЭГ-характеристиками дельта-ритма у испытуемых при разной солнечной активности свидетельствуют о различии в функцио-

нальном состоянии головного мозга. Так, при более высокой солнечной активности функциональное состояние характеризовалось более выраженными процессами активации головного мозга, при среднем уровне активности Солнца – процессами торможения.

Таким образом, метеофакторы могут оказывать как позитивное, так и негативное воздействие на функциональное состояние нервной системы студентов и на показатели их умственной работоспособности. При этом качественные и количественные показатели продемонстрировали разную чувствительность к воздействию негативных факторов среды. Это обусловлено различиями в механизмах обеспечения количественных и качественных составляющих умственной работоспособности.

Полученные экспериментальные данные могут быть использованы как теоретические основы для решения вопросов индивидуализации, дифференциации и оптимизации обучения, прогнозирования метеорезистентности, метеочувствительности и умственной работоспособности студентов.

Литература

1. Здоровье студентов: монография / под ред. Н. А. Агаджаняна. М.: Изд-во РУНД, 1997. 199 с.
2. Онтогенез. Адаптация. Здоровье. Образование. Книга III. Адаптация и здоровье студентов: учебно-методическое пособие / отв. ред. Э. М. Казин. Кемерово: Изд-во КРИПКИПРО, 2011. 627 с.

3. Водолажская М. Г., Водолажкий Г. И. Половые различия метеочувствительности здоровых взрослых людей, регистрируемые на реоэнцефалограмме и энцефалограмме // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2014. Т. 48. № 5. С. 27 – 32.
4. Павлов К. И., Мухин В. Н., Клименко В. М. Зависимость уровня активации коры головного мозга женщин от различных экологических факторов // *Геофизические процессы и биосфера*. 2015. Т. 14. № 4. С. 22 – 36.
5. Ратинская О. Н. Умственная работоспособность у учащихся старшего школьного возраста при разных типах погоды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 2005. Режим доступа: http://referat-rus.ru/book-Umstvennaya_rabotosposobnost_u_uch
6. Талтыгина А. Ф. Динамика физиологических и психологических показателей умственной работоспособности студентов-первокурсниц педагогического вуза в климатических условиях Тюменского Севера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2003.
7. Филатов М. А., Прасолова А. А., Полухин В. В., Попов Ю. М. Системный анализ психофизиологических функций учащихся в условиях действия метеофакторов Югры // *Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал*. 2015. № 9. Режим доступа: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/00.html>
8. Яценко М. В. Влияние факторов внешней среды и индивидуально-типологических особенностей на умственную работоспособность и состояние биоэлектрической активности головного мозга: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2002. 22 с.
9. Варенцова И. А., Чеснокова В. Н., Соколова Л. В. Сезонное изменение психофункционального состояния студентов с разным типом вегетативной регуляции сердечного ритма // *Экология человека*. 2011. № 2. Режим доступа: http://www.nsmu.ru/human_ecology/chitat/arhiv.php
10. Long M., Lang W., Diekmann V., Kornhuber H. H. The Frontal Theta Rhythm Indicating Motor and Cognitive Learning // *Current Trends Event-Related Potentials Research*. R. Jonsonetal. (eds). Amsterdam: Elsevier, 1987. P. 322 – 327.
11. Basar E., Basar-Eroglu C., Karakas S., Schuerman M. Brain oscillations in perception and memory // *Int. Psychophysiol.* 2000. № 35(2-3). P. 95 – 124.
12. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях. Режим доступа: <http://rg.ru/2011/03/16/sanpin-dok.html#>
13. Ажаев А. Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур. М.: Наука, 1979. 259 с.
14. Егоров А. С., Загрядский В. П. Психофизиология умственного труда. Л.: Наука, 1973. 129 с.
15. Голубева Э. А. Способности и индивидуальность. М.: Прометей, 1993. 305 с.
16. Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Биоинформационные функции естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука, 1985. 179 с.
17. Кайгородова Н. З., Сысолина Н. В. Половые особенности взаимосвязи умственной работоспособности и солнечной активности // *Естественные и технические науки*. 2009. № 4(42). С. 104 – 106.
18. Рагульская М. В., Хабарова О. В. Влияние солнечных возмущений на человеческий организм // *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2001. № 2. С. 5 – 15.

INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON INDICATORS OF MENTAL HEALTH AND BRAIN IOELECTRICAL ACTIVITY OF STUDENTS

Mikhail V. Yatsenko^{1,@1}, Nadia Я. Kaygorodova^{1,@2}

¹ Altai State University, 61, Lenina Ave., Barnaul, Russia, 656049

@¹ mich.yatsenko@gmail.com

@² kaigorodova56@gmail.com

Received 30.05.2016.

Accepted 02.09.2016.

Keywords: quantitative and qualitative indicators of mental health, the functional state of the nervous system, atmospheric pressure, air temperature, solar activity, the brain rhythms.

Abstract: The aim of this work was to study the effect of weather conditions on mental performance and functional state of the brain by the example of students of the Altai State University. The impact of environmental factors was conducted during the summer practice on different days (Mondays), in differing weather conditions. Mental capacity was assessed according to Anfimov proofreading sample. We determined the volume, speed and accuracy of mental capacity. The functional state of the subjects was assessed by brain EEG method. Meteorological factors have both positive and negative effects on the functional state of the nervous system of students and mental performance indicators. Besides, quality indicators appeared to be more sensitive to the effects of adverse environmental factors. Apparently, this is due to differences in the mechanisms which provide quantitative and qualitative components of mental capacity. The experimental data can be used to address issues of differentiation and optimization of learning and prediction of meteo-resistance and meteo-sensitivity of students.

For citation: Yatsenko M. V., Kaygorodova N. Z. Vliianie pogodnykh uslovii na pokazateli umstvennoi rabotosposobnosti i bioelektricheskuiu aktivnost' golovnoogo mozga studentov [Influence of Weather Conditions on Indicators of Mental Health and brain Bioelectrical Activity of Students]. *Bulletin of Kemerovo State University. Series: Biological, Engineering and Earth Sciences*, no. 1 (2017): 31 – 36.

References

1. *Zdorov'e studentov* [Student Health]. Ed. Agadzhanian N. A. Moscow: Izd-vo RUND, 1997, 199.
2. *Ontogenez. Adaptatsiia. Zdorov'e. Obrazovanie. Kniga III. Adaptatsiia i zdorov'e studentov* [Ontogenesis. Adaptation. Health. Education. Book III. Adaptation and health of students]. Ed. Kazin E. M. Kemerovo: Izd-vo KRIPKiPRO, 2011, 627.
3. Vodolazhskaia M. G., Vodolazhkii G. I. Polovye razlichiiia meteochuvstvitel'nosti zdorovykh vzroslykh liudei, registri-ruemye na reoentsefalogramme i entsefalogramme [Sex differences meteosensitivity healthy adults, and recorded on the encephalogram reoentsefalogramme]. *Aviakosmicheskaiia i ekologicheskaiia meditsina = Aerospace and Environmental Medicine*, 48, no.5 (2014): 27 – 32.
4. Pavlov K. I., Mukhin V. N., Klimentov V. M. Zavisimost' urovnia aktivatsii kory golovnoogo mozga zhenshchin ot razlichnykh ekologicheskikh faktorov [The dependence of the level of activation of the cerebral cortex of women from various environmental factors]. *Geofizicheskie protsessy i biosfera = Geophysical processes and the Biosphere*, 14, no. 4 (2015): 22 – 36.
5. Ratinskaia O. N. *Umstvennaia rabotosposobnost' u uchashchikhsia starshego shkol'nogo vozrasta pri raznykh tipakh pogody*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Mental performance of students high school age in different types of weather. Cand. biol. Sci. Diss. Abstr.]. Kiev, 2005.
6. Taltygina A. F. *Dinamika fiziologicheskikh i psikhologicheskikh pokazatelei umstvennoi rabotosposobnosti studentok-pervokursnits pedagogicheskogo vuza v klimaticheskikh usloviakh Tiimenskogo Severa*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Dynamics of physiological and psychological indicators of mental health of students-freshmen pedagogical high school in the climatic conditions of the Tyumen North. Cand. biol. Sci. Diss. Abstr.]. Cheliabinsk, 2003.
7. Filatov M. A., Prasolova A. A., Polukhin V. V., Popov Iu. M. Sistemnyi analiz psikhofiziologicheskikh funktsii uchashchikhsia v usloviakh deistviia meteofaktorov Iugry [System analysis of psychophysiological functions of pupils in conditions of meteorological factors Ugra]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii = Bulletin of new medical technologies. Elektronnyi zhurnal*, no. 9 (2015). Available at: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/00.html>
8. Iatsenko M. V. *Vliianie faktorov vneshnei sredy i individual'no-tipologicheskikh osobennostei na umstvennuiu rabotosposobnost' i sostoianie bioelektricheskoi aktivnosti golovnoogo mozga*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Influence of environmental factors and individual-typological features on mental health and status of the bioelectric activity of the brain. Cand. biol. Sci. Diss. Abstr.]. Barnaul, 2002, 22.
9. Varentsova I. A., Chesnokova V. N., Sokolova L. V. Sezonnoe izmenenie psikhofunktsional'nogo sostoiianiia studentov s raznym tipom vegetativnoi reguliatsii serdechnogo ritma [Seasonal change psihofunktsional'nogo status of students with different types of vegetative regulation of heart rate]. *Ekologiia cheloveka = Human Ecology*, no. 2 (2011). Available at: http://www.nsmu.ru/human_ecology/chitat/arhiv.php
10. Long M., Lang W., Diekmann V., Kornhuber H. H. The Frontal Theta Rhythm Indicating Motor and Cognitive Learning. *Current Trends Event-Related Potentials Rescarch*. R. Jonsonetal. (eds). Amsterdamm, Elsevier, 1987, 322 – 327.
11. Basar E., Basar-Eroglu C., Karakas S., Schuerman M. Brain oscillations in perception and memory. *Int. Psychophysiol*, no. 35 (2-3) (2000): 95 – 124.
12. *Sanitarno-epidemiologicheskiiie trebovaniia k usloviiam i organizatsii obucheniiia v obshcheobrazovatel'nykh uchrezhdeniiakh* [Sanitary requirements for the organization and training in educational institutions]. Available at: <http://rg.ru/2011/03/16/sanpin-dok.html>
13. Azhaev A. N. *Fiziologo-gigienicheskie aspekty deistviia vysokikh i nizkikh temperatur* [Physiological and hygienic aspects of the action of high and low temperatures]. Moscow: Nauka, 1979, 259.
14. Egorov A. S., Zagriadskii V. P. *Psikhofiziologiia umstvennogo truda* [Psychophysiology of mental work]. Leningrad: Nauka, 1973, 129.
15. Golubeva E. A. *Sposobnosti i individual'nost'* [Skills and personality]. Moscow: Prometei, 1993, 305.
16. Kaznacheev V. P., Mikhailova L. P. *Bioinformatsionnye funktsii estestvennykh elektromagnitnykh polei* [Bioinformatic function of natural electromagnetic fields]. Novosibirsk: Nauka, 1985, 179.
17. Kaygorodova N. Z., Sysolina N. V. Polovye osobennosti vzaimosviasi umstvennoi rabotosposobnosti i solnechnoi aktivnosti [Sexual features of the relationship of mental capacity and solar activity]. *Estestvennye i tekhnicheskiiie nauki = Natural and Technical Sciences*, no. 4(42) (2009): 104 – 106.
18. Ragul'skaia M. V., Khabarova O. V. Vliianie solnechnykh vozmushchenii na chelovecheskii organism [The impact of solar disturbances on the human body]. *Biomeditsinskaiia radioelektronika = Biomedical electronics*, no. 2 (2001): 5 – 15.