

ДЖОС Юлия Сергеевна, кандидат медицинских наук, доцент, заместитель директора по научной работе института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 86 научных публикаций, в т. ч. двух монографий

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДИЗМА НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ШКОЛЬНИКОВ-СЕВЕРЯН 13-14 ЛЕТ¹

В статье представлены результаты исследований амплитудно-частотных характеристик электроэнцефалограммы (ЭЭГ) у 42 школьников 13-14 лет (21 мальчика и 21 девочки) в периоды нарастающей, максимальной, убывающей и минимальной длительности светового дня. Биоэлектрическую активность головного мозга регистрировали в 16 стандартных отведениях с помощью компьютерного многофункционального комплекса «Нейрон-Спектр-4/ВПМ». В статье представлена динамика основных ритмов ЭЭГ, установлена их взаимосвязь с периодами естественной освещенности. Выявлено преобладание спектральных характеристик в весенний и осенний периоды. Данная динамика характерна для всех частотных диапазонов, но в большей степени выражена в тета-диапазоне в весенний и осенний периоды и в бета1-диапазоне в весенний период. Установлено повышение максимальной амплитуды и полной мощности колебаний тета-диапазона в лобных ($p \leq 0,004$), центральных ($p \leq 0,004$) и височных ($p \leq 0,008$) областях преимущественно левого полушария как в период увеличения, так и в период уменьшения продолжительности светового дня. Усиление спектральных характеристик высокочастотных колебаний бета1-диапазона отмечено в височных ($p \leq 0,005$), а также в лобных ($p \leq 0,005$), центральных ($p \leq 0,005$) и теменных ($p \leq 0,002$) областях головного мозга в период увеличения продолжительности светового дня. Отмечено, что адаптивные перестройки биоэлектрической активности головного мозга происходят в переходные фотопериоды года, т. е. в периоды нарастания и убывания продолжительности светового дня. Выявлено, что в зимний и летний периоды происходит снижение спектральных параметров в тета- и бета1-диапазонах у детей среднего школьного возраста, что характеризуется стабилизацией эмоционального состояния и улучшением когнитивной деятельности. Данные сезоны определены как наиболее благоприятные для функционирования головного мозга.

Ключевые слова: *школьники-северяне, фотопериодизм, электроэнцефалограмма, спектральный анализ.*

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и правительства Архангельской области в рамках регионального конкурса «Север» (научный проект № 14-04-98821 (2014–2015 годы) «Световой режим и биоэлектрическая активность головного мозга у школьников Северо-Арктического региона»).

© Джос Ю.С., 2015

Жизнедеятельность человека в условиях Севера связана с определенными, не имеющими места в средних широтах циклическими изменениями ряда экологических факторов [1, 2]. К одним из них относится необычная фотопериодичность, выраженная в удлинении периодов дня и ночи. Доказано, что фактор светопериодичности оказывает существенное влияние на организм как взрослого человека, так и ребенка. Наибольшие проявления адапционного реагирования к изменению светового режима выявлены со стороны эндокринной [3], кардиореспираторной [4, 5] и нервной систем [1, 6].

Эндокринная система является важнейшим регуляторным звеном, поддерживающим гомеостаз. Для северян характерно напряжение состояния систем гипофиз–кора надпочечников и гипофиз–щитовидная железа по сравнению с жителями средней полосы [7, 8], а также сокращение резервных возможностей эндокринной системы [9]. Выявлены половые различия гормонального профиля у северян, доказана зависимость от длительности проживания в регионе [10] и продолжительности светового дня [11]. Яркие проявления зависимости от фотопериодизма отмечены в функционировании кардиореспираторной системы.

Так, у детей-северян 10-12 лет выявлены сезонные колебания гемодинамических показателей, отражающих адаптивную реакцию организма на комплекс сезонных изменений в природе. Наибольшая контрастность величин была отмечена в весенний и осенний периоды года. Доказано, что данные изменения являются адапционными и развиваются в ответ на резкие изменения условий внешней среды в весенний период, когда резко возрастают инсоляция, продолжительность светового дня, температура воздуха и двигательная активность детей. О напряжении деятельности сердечно-сосудистой системы в это время свидетельствует также увеличение частоты неблагоприятных типов ее саморегуляции. Сезонные изменения параметров гемодинамики являются общей закономерностью, свойственной детям в весен-

ний период года, т. к. однотипные сдвиги, но менее значительные были выявлены и у детей других регионов. Таким образом, это дает основание считать, что адапционные перестройки в весенний период года в Заполярье протекают со снижением функциональных возможностей, ухудшением типа саморегуляции, истощением резервов и падением работоспособности детей [4]. Кроме этого, сезонный фактор оказывает влияние на показатели гемодинамики мозга у школьников-северян. Данные изменения наиболее выражены среди детей младшего школьного возраста. Перестройки мозгового кровообращения в весенний период при сравнении с осенним характеризуются снижением линейной скорости кровотока по задней мозговой артерии и повышением по передней мозговой артерии, а также повышением тонуса мозговых сосудов, возрастанием вазомоторной реактивности и реакции на гипоксическую нагрузку [6].

Выявлены существенные изменения психического статуса у одних и тех же обследуемых в различные периоды естественной освещенности [1]. Увеличение длительности светового дня первоначально оказывает возбуждающее действие на психоэмоциональную сферу человека, а затем может приводить к перевозбуждению и переутомлению [12]. Исследования ряда авторов подтверждают, что в периоды полярной ночи и полярного дня у молодых людей наблюдаются значительное повышение личностной и ситуативной тревожности, преобладание тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, повышение уровня адреналина и кортикостероидов в крови [13–16], а также снижение активности и умственной работоспособности [17, 18]. В обоих случаях в большей или меньшей степени происходит нарушение суточной ритмики физиологических функций, общей длительности и структуры сна [19–23].

В настоящее время имеются немногочисленные работы с указанием на зависимость биоэлектрической активности мозга человека от сезонов года [24–27]. Так как наибольшие нарушения привычной светопериодики отмечаются

в полярных районах Земли, имеются данные об изменении состояния физиологических систем у полярников арктических и антарктических экспедиций, у моряков ледокольного флота и сотрудников полярных метеорологических станций. Исследования, выполненные во время годичной зимовки в Антарктиде, показали, что наибольшие перестройки анализаторных и регулирующих функций мозга, находящих свое отражение в изменении амплитудно-частотных и временных параметров ЭЭГ, возникают у зимовщиков в полярную ночь. Авторы отмечают сдвиг ЭЭГ в сторону более медленных частот, увеличение амплитуды альфа-ритма, а в начальный период адаптации к новым условиям – дизритмичность и усиление уровня активации мозга с дальнейшим его снижением [13, 28].

В настоящее время имеется незначительное количество работ, посвященных изучению биоэлектрической активности головного мозга у детей-северян в зависимости от условий окружающей среды. Выявлены генотипические особенности возрастного морфофункционального развития ЦНС у детей аборигенного и пришлого населения Северо-Востока России [29], изучены особенности возрастного развития функциональной активности головного мозга у подростков, проживающих на приполярных и заполярных территориях Европейского Севера [30]. Показано, что по темпам возрастного развития значительная часть детей-северян на 1,5-2,0 года отстает от сверстников, проживающих в средней полосе России [31], а формирование физиологических функций и развитие организма в целом происходит на фоне постоянной адаптации к условиям внешней среды [32]. Выявлены сезонные перестройки биоэлектрической активности мозга у детей и подростков Европейского Севера [6, 33]. Доказано, что весенний период характеризуется топически-избирательным повышением спектральной мощности в лобных и височных областях, наблюдаемых в тета-, альфа- и бета-диапазонах частот, и их снижением в затылочных и теменно-центральных областях головно-

го мозга. Авторами также отмечено снижение спектральной мощности дельта-диапазона во всех отведениях при сравнении с осенним периодом [6]. Изучены изменения ЭЭГ у школьников-северян 9-10 и 16-17 лет в зависимости от продолжительности светового дня. Выявлено, что адаптивные перестройки биоэлектрической активности головного мозга происходят в переходные фотопериоды года. Установлены повышение активности всех ритмов ЭЭГ в весенний период и доминирование медленноволновой дельта- и тета-активности в осенний период [26, 34].

Исходя из этого, цель нашей работы – выявить динамику амплитудно-частотных характеристик ЭЭГ у детей-северян среднего школьного возраста при изменении условий естественной освещенности.

Материалы и методы. Лонгитюдное исследование биоэлектрической активности головного мозга проведено у 42 школьников 13-14 лет (21 мальчика и 21 девочки) в периоды минимальной (декабрь), нарастающей (март), максимальной (июнь) и убывающей (сентябрь) длительности светового дня. В исследовании принимали участие учащиеся общеобразовательных школ г. Архангельска, родившиеся и постоянно проживающие в условиях Севера. Обследуемых выбирали на добровольной основе. От всех школьников и их родителей было получено информированное согласие на участие в исследовании. Все школьники были праворукими.

Для регистрации, обработки и анализа биоэлектрической активности головного мозга применялся комплекс компьютерный многофункциональный «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» (ООО «Нейрософт», г. Иваново). Активные электроды накладывались в соответствии с международной схемой «10-20», монополярно в 16 стандартных отведениях – лобных (FP1, FP2, F3, F4, F7, F8), центральных (C3, C4), височных (T3, T4, T5, T6), теменных (P3, P4), затылочных (O1, O2). Референтные электроды располагались на мочках ушей. Оценку биоэлектрической активности головного мозга

проводили в комфортной, привычной обстановке в период с 9 до 14 часов. Электроэнцефалограмму регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в течение 3 мин, после периода адаптации. Частота дискретизации ЭЭГ-сигнала – 1000 Гц. При оценке ЭЭГ каждого испытуемого выделяли безартефактные отрезки записи общей длительностью 30 с. Анализ ЭЭГ проводили на основе Фурье-преобразования. Эпоха анализа – продолжительностью 5 с. Полученные данные являлись результатом усреднения по 6 эпохам. Спектр анализировали по дельта- (1–4 Гц), тета- (4–8 Гц), альфа- (8–13 Гц), бета1- (13–21 Гц) и бета2-диапазонам (21–30 Гц). В каждом частотном диапазоне оценивали максимальную амплитуду (мкВ), полную мощность (мкВ²) и доминирующую частоту ритма (Гц).

Результаты исследования анализировались с помощью статистического пакета программ SPSS 21.0 for Windows. Производилась оценка распределения признаков на нормальность с применением критерия Шапиро-Уилка. Для описательной статистики признаков использовали медиану (Me) и интервал значений от первого (Q1) до третьего (Q3) квартиля. Применяли непараметрические методы: тест Фридмана для сравнения зависимых выборок, критерия Вилкоксона – для сравнения парных значений. За критический уровень статистической значимости принимался $p \leq 0,01$, т. к. попарно сравнивали 4 группы.

Результаты и обсуждение. При оценке спектральных характеристик ЭЭГ у детей среднего школьного возраста в различные периоды естественной освещенности выявлено увеличение амплитудно-частотных параметров в весенний и осенний периоды среди всех рассматриваемых частотных диапазонов. Так, весной максимальная амплитуда низкочастотных дельта- и тета-диапазонов имеет наибольшие значения в заднелобных (F7, F8) и височных отведениях (T3, T4, T5, T6) при сравнении с зимним периодом ($p \leq 0,007$). Кроме этого, в осенний период наблюдается увеличение максимальной амплитуды тета-диапазона в лобных (FP1, F3)

и центральной (C3) областях левого полушария ($p \leq 0,008$). Наиболее яркие изменения полной мощности также выражены среди диапазона частот тета-ритма (табл. 1). Повышение данного параметра отмечено как в период увеличения, так и в период уменьшения продолжительности светового дня в лобных (FP1, F3, F7), центральных (C3, C4) и височных (T3, T5) областях преимущественно левого полушария.

В динамике как максимальной амплитуды, так и полной мощности альфа-диапазона (табл. 2, см. с. 46) отмечено их повышение в заднелобных (F7, F8), височных (T3, T4, T5, T6) и затылочной (O2) областях головного мозга в период увеличения светового дня. Необходимо отметить, что данные изменения выражены только при сравнении с зимним периодом.

Подобные изменения характерны и для высокочастотного диапазона бета1-ритма: увеличение максимальной амплитуды и полной мощности (табл. 3, см. с. 47) в лобных (F3, F4, F7, F8), центральных (C3, C4), теменной (P3) и височных областях (T3, T4, T5, T6) в весенний период. Статистически значимых изменений максимальной амплитуды бета2-диапазона не выявлено. Значения полной мощности бета2-диапазона преобладают в затылочной (O1) и заднелобной (F8) областях весной при сравнении с зимой ($p \leq 0,009$) и в лобной (F3), центральной (C3) и теменной (P3) областях левого полушария в весенний период при сравнении с летним периодом ($p \leq 0,007$).

Таким образом, необходимо отметить, что увеличение амплитудно-частотных параметров ЭЭГ происходит весной и осенью, а наиболее контрастные изменения биоэлектрической активности выражены в весенний период. Данная динамика характерна для всех рассматриваемых частотных диапазонов, но в большей степени отмечена в тета-диапазоне в весенний и осенний периоды и в бета1-диапазоне в весенний период.

Статистически значимых отличий доминирующей частоты среди всех изучаемых диапазонов в зависимости от продолжительности светового дня нами не выявлено.

Таблица 1

**ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ ТЕТА-ДИАПАЗОНА (МКВ²) У ДЕТЕЙ-СЕВЕРЯН
СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, МЕ (Q₁-Q₃)**

Отвешения	Сезон				р-уровень между группами		
	зима	весна	лето	осень	1	2	3
FP1	33,11 (29,09-43,27)	49,43 (33,86-68,13)	37,32 (27,50-47,17)	46,49 (37,06-56,92)	0,001	0,004	0,001
FP2	44,51 (29,32-57,44)	38,12 (31,97-50,27)	37,30 (27,73-50,50)	38,03 (29,55-46,84)	0,512	0,062	0,512
F3	45,51 (37,62-55,66)	61,76 (43,80-82,20)	45,11 (32,34-59,10)	51,16 (39,47-66,14)	0,004	< 0,001	0,004
F4	56,31 (43,87-87,24)	51,10 (36,72-73,94)	50,68 (38,02-64,89)	52,39 (38,62-61,82)	0,471	0,042	0,098
C3	50,23 (44,87-67,33)	62,47 (50,63-91,02)	47,48 (36,54-66,17)	58,00 (43,34-75,00)	0,004	< 0,001	0,003
C4	61,30 (47,78-83,52)	61,64 (42,87-86,95)	55,98 (39,28-66,76)	55,83 (44,01-67,73)	0,774	0,004	0,064
P3	52,04 (41,47-73,22)	64,78 (48,66-96,52)	53,74 (34,72-79,16)	66,52 (42,78-87,16)	0,023	0,013	0,041
P4	63,45 (47,31-80,75)	63,64 (46,53-104,18)	58,16 (37,13-82,67)	59,01 (40,09-76,63)	0,544	0,010	0,334
O1	51,00 (39,27-75,02)	64,94 (46,37-107,12)	58,53 (32,34-90,47)	57,89 (42,69-88,38)	0,036	0,347	0,280
O2	62,42 (44,79-106,80)	66,17 (42,47-114,30)	60,14 (38,58-100,11)	61,01 (40,50-85,54)	0,422	0,232	0,781
F7	23,63 (17,40-28,86)	38,40 (28,35-52,03)	28,43 (21,82-37,70)	35,10 (28,42-46,75)	< 0,001	0,001	0,003
F8	33,80 (25,31-45,41)	42,40 (29,81-76,42)	32,65 (22,22-54,26)	33,74 (24,30-42,14)	0,062	0,002	0,922
T3	21,24 (17,01-28,19)	40,99 (29,56-57,39)	30,71 (22,56-41,40)	33,59 (27,69-47,29)	< 0,001	0,044	0,132
T4	32,34 (23,88-40,55)	37,15 (27,73-63,28)	32,39 (22,14-49,50)	32,04 (23,12-40,44)	0,067	0,020	0,756
T5	24,19 (19,90-29,87)	43,52 (29,05-60,44)	32,21 (24,10-42,95)	33,48 (25,93-48,70)	< 0,001	0,008	0,295
T6	32,31 (22,13-46,47)	42,85 (26,59-78,11)	34,83 (21,97-62,70)	31,26 (23,93-42,18)	0,022	0,065	0,185

Примечание: р-уровень между группами: 1 – зима–весна, 2 – весна–лето, 3 – лето–осень.

Таблица 2

ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ АЛЬФА-ДИАПАЗОНА (МКВ2) У ДЕТЕЙ-СЕВЕРЯН
СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, МЕ (Q1-Q3)

Отве- дения	Сезон				p-уровень между группами		
	зима	весна	лето	осень	1	2	3
FP1	36,96 (26,40-46,32)	38,81 (28,68-53,99)	35,72 (24,03-50,99)	46,00 (30,46-60,99)	0,046	0,375	0,032
FP2	38,99 (26,20-50,32)	38,04 (28,12-50,20)	36,18 (25,03-52,20)	42,22 (24,61-54,93)	0,201	0,717	0,961
F3	51,51 (35,86-61,65)	53,71 (39,28-68,48)	43,85 (30,14-66,26)	54,96 (36,28-80,33)	0,023	0,048	0,039
F4	54,01 (36,08-71,76)	53,67 (36,23-72,87)	48,80 (31,01-74,02)	58,45 (36,82-78,25)	0,196	0,519	0,896
C3	71,21 (48,54-96,07)	67,31 (46,16-104,91)	56,61 (37,41-92,26)	60,56 (47,24-106,05)	0,422	0,088	0,451
C4	84,31 (57,80-108,09)	68,58 (49,04-101,08)	62,50 (32,52-106,55)	69,25 (52,17-99,99)	0,682	0,444	0,647
P3	131,48 (74,38-210,29)	117,21 (60,37-198,34)	89,35 (54,43-143,74)	132,30 (69,04-174,84)	0,346	0,248	0,039
P4	164,29 (82,95-254,35)	146,30 (65,50-207,55)	123,45 (53,93-213,16)	144,63 (75,05-196,19)	0,159	0,819	0,376
O1	224,59 (127,89-360,99)	173,30 (88,81-281,76)	191,42 (86,86-354,80)	215,42 (119,40-402,16)	0,154	0,591	0,422
O2	297,37 (131,23-417,30)	203,95 (102,32-375,34)	255,05 (83,62-411,60)	295,37 (153,51-466,82)	0,008	0,554	0,706
F7	25,54 (18,40-37,03)	38,19 (23,86-51,18)	28,39 (18,42-44,68)	38,09 (24,24-44,58)	< 0,001	0,013	0,174
F8	32,97 (19,32-42,28)	40,12 (28,93-56,21)	33,40 (19,28-51,23)	37,77 (25,75-53,33)	0,001	0,093	0,756
T3	29,23 (18,48-42,23)	41,90 (28,38-58,71)	33,65 (20,92-52,98)	38,89 (25,58-48,03)	< 0,001	0,206	0,844
T4	34,99 (23,48-46,25)	44,35 (27,74-66,73)	36,39 (21,72-59,64)	44,11 (31,37-61,91)	< 0,001	0,040	0,731
T5	36,09 (26,75-53,48)	48,88 (31,49-82,86)	43,14 (24,43-70,37)	48,18 (27,01-66,66)	0,002	0,047	0,658
T6	50,43 (29,93-68,10)	59,90 (35,89-120,93)	47,84 (26,85-86,74)	56,24 (35,92-82,62)	< 0,001	0,009	0,870

Примечание: p-уровень между группами: 1 – зима-весна, 2 – весна-лето, 3 – лето-осень.

Таблица 3

ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛНОЙ МОЩНОСТИ БЕТА1-РИТМА (МКВ2) У ДЕТЕЙ-СЕВЕРЯН
СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, МЕ (Q1-Q3)

Отве- дения	Сезон				p-уровень между группами		
	зима	весна	лето	осень	1	2	3
FP1	14,20 (11,45-16,37)	15,75 (12,31-20,41)	14,46 (10,47-17,13)	14,63 (12,08-19,19)	0,134	0,012	0,103
FP2	13,10 (10,68-19,12)	14,16 (11,08-20,13)	13,97 (10,55-18,17)	13,26 (10,59-17,19)	0,768	0,143	0,518
F3	17,71 (13,22-22,12)	18,73 (15,28-27,84)	17,16 (12,26-22,70)	19,16 (13,05-23,58)	0,140	< 0,001	0,136
F4	18,21 (13,08-23,57)	19,72 (15,18-27,48)	17,57 (13,93-25,78)	18,55 (13,62-25,16)	0,185	0,005	0,922
C3	19,23 (15,63-24,43)	19,74 (16,38-26,35)	19,17 (13,51-25,26)	20,33 (15,24-26,50)	1,000	0,003	0,232
C4	19,73 (15,54-27,19)	21,90 (16,42-25,53)	19,41 (13,35-25,02)	20,68 (15,89-27,61)	0,252	0,005	0,385
P3	22,92 (18,84-28,34)	21,94 (18,49-29,16)	20,88 (15,55-26,22)	24,04 (17,93-32,21)	0,342	0,002	0,007
P4	24,61 (18,77-33,87)	24,25 (18,64-28,39)	21,89 (17,18-26,17)	24,43 (18,19-32,61)	0,108	0,073	0,185
O1	31,74 (22,23-42,01)	26,07 (22,81-33,39)	28,60 (20,46-36,57)	30,12 (24,10-39,41)	0,020	0,856	0,083
O2	31,98 (23,27-41,40)	29,67 (22,79-38,93)	27,37 (22,22-33,04)	33,83 (25,26-45,40)	0,028	0,697	0,018
F7	9,45 (7,42-12,58)	14,12 (10,96-17,18)	12,46 (8,61-15,54)	12,66 (9,87-15,99)	< 0,001	0,004	0,461
F8	9,76 (8,03-14,40)	15,41 (10,65-19,75)	12,40 (10,77-16,55)	12,36 (9,80-17,14)	< 0,001	0,005	0,612
T3	9,36 (7,46-12,38)	14,42 (11,09-18,46)	12,46 (8,60-15,58)	12,06 (10,02-15,90)	< 0,001	0,005	0,566
T4	10,97 (8,06-15,05)	16,32 (11,66-20,08)	12,98 (9,96-16,89)	13,71 (10,21-19,13)	< 0,001	0,001	0,201
T5	11,07 (9,05-13,94)	14,38 (11,31-18,79)	13,22 (9,68-16,22)	13,23 (10,27-17,64)	0,001	0,003	0,491
T6	12,55 (9,16-17,08)	16,16 (13,82-25,52)	14,12 (10,73-18,31)	14,30 (10,89-20,62)	0,001	< 0,001	0,652

Примечание: p-уровень между группами: 1 – зима-весна, 2 – весна-лето, 3 – лето-осень.

Таким образом, выраженная сезонная асимметрия фотопериодизма в приполярном регионе, проявляющаяся длинным световым днем в весенне-летний период и короткой продолжительностью дня в осенне-зимний период, приводит к изменениям функционального состояния ЦНС у детей школьного возраста. Весенний период года характеризуется повышением активности всех ритмов ЭЭГ у детей среднего школьного возраста. Данные изменения биоэлектрической активности мозга могут быть вызваны сенсорной (зрительной) стимуляцией в результате увеличения продолжительности светового дня, что подтверждается нарастанием полной мощности бета1-ритма в лобных, центральных, левой теменной и височных областях мозга в весенний период. Увеличение бета-активности, особенно в состоянии спокойного бодрствования, а также нетрадиционное ее распределение в теменной и височных областях доказывают определенную степень ирритации (чрезмерного возбуждения) структур головного мозга в связи с перенапряжением работы функциональных систем, обеспечивающих процессы адаптации к увеличению продолжительности светового дня.

Генерация аномальных бета-ритмов, как правило, связана с некоторыми специфическими состояниями коры головного мозга, характеризующимися высоким уровнем внешнего возбуждающего входа и относительно сильным внутрикорковым торможением [35]. С другой стороны, бета-активность имеет реципрокные отношения с показателями когнитивных функций. Доказано, что чем выше величина бета-активности в лобно-центральных отделах, тем больше величина латентности P300 и, следовательно, хуже когнитивные функции [36].

Высокая реактивность левого полушария, сопровождающаяся увеличением полной мощности тета-диапазона в весенний и осенний периоды, свидетельствует об адаптивных перестройках ЦНС, происходящих через психоэмоциональное напряжение. Мобилизация левого полушария при резком сдвиге параметров

внешней среды позволяет определить степень новизны и изменить программы реагирования. Необходимо отметить, что эффективность адаптации определяется сопряженной работой обоих полушарий мозга [37]. Инверсия межполушарных отношений и преобладание полной мощности диапазона тета-ритма в летний и зимний периоды в правой полушарии свидетельствуют о завершенности процессов адаптации у детей к изменению светового дня.

В зимний и летний периоды происходит уменьшение активности преимущественно в тета- и бета1-диапазонах у детей среднего школьного возраста, что характеризуется стабилизацией эмоционального состояния и улучшением когнитивной деятельности. Данные периоды можно считать более благоприятными для развития головного мозга и формирования высших психических функций. При этом необходимо подчеркнуть, что адаптивные перестройки со стороны ЦНС происходят в переходные фотопериоды года, т. е. в периоды нарастания и убывания продолжительности светового дня.

Заключение. Одним из наиболее важных внешних факторов, синхронизирующих и регулирующих деятельность человека, являются колебания освещенности и продолжительности светового дня. Адаптация организма к периодическим изменениям внешней среды проявляется изменением биоэлектрической активности головного мозга. У детей 13-14 лет увеличение амплитудно-частотных параметров ЭЭГ происходит в весенний и осенний периоды. Особенно данные изменения выражены весной в тета- и бета1-диапазонах, что может быть обусловлено чрезмерным возбуждением структур головного мозга в связи с перенапряжением работы функциональных систем, обеспечивающих процессы адаптации к увеличению продолжительности светового дня. Летний и зимний периоды можно считать более благоприятными для функционирования головного мозга детей и развития высших психических функций.

Список литературы

1. Клинические аспекты полярной медицины / под ред. В.П. Казначеева. М., 1986. 208 с.
2. Никитин Ю.П., Хаснулин В.И., Гудков А.Б. Современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2014. № 3. С. 63–72.
3. Кубасов Р.В., Дёмин Д.Б., Ткачев А.В. Адаптивные реакции эндокринной системы у детей в условиях контрастной фотопериодики // Физиология человека. 2006. Т. 32, № 4. С. 89–96.
4. Рапопорт Ж.Ж. Адаптация ребенка на Севере. Л., 1979. 191 с.
5. Евдокимов В.Г., Рогачевская О.В., Варламова Н.Г. Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе. Екатеринбург, 2007. 257 с.
6. Рожков В.П., Бекшаев С.С., Сороко С.И. Сезонные перестройки гемодинамики и биоэлектрической активности мозга у детей и подростков Европейского Севера // Ульянов. мед.-биол. журн. 2012. № 3. С. 104–115.
7. Типисова Е.В. Реактивность и компенсаторные реакции эндокринной системы у мужского населения Европейского Севера: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Архангельск, 2007. 37 с.
8. Гудков А.Б., Лукманова Н.Б., Раменская Е.Б. Человек в приполярном регионе Европейского Севера: эколого-физиологические аспекты: моногр. Архангельск, 2013. 184 с.
9. Бичкаева Ф.А. Резервные возможности эндокринной регуляции метаболических процессов у человека на Севере: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Архангельск, 2006. 38 с.
10. Ткачев А.В., Бойко Е.Р., Губкина З.Д., Раменская Е.Б., Суханов С.Г. Эндокринная система и обмен веществ у человека на Севере. Сыктывкар, 1992. 156 с.
11. Кубасов Р.В. Цирканнуальная биоритмика гормональных показателей щитовидной и половых желез // Экология человека. 2008. № 2. С. 26–29.
12. Кочан Т.И., Шадрина В.Д., Потолщина Н.Н. Комплексная оценка влияния условий Севера на обмен веществ, физиологическое и психоэмоциональное состояние человека // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 3. С. 106–113.
13. Бундзен П.В. Изменение функциональной организации нервных процессов в высших отделах головного мозга человека в период полярной ночи // Бюл. сов. антаркт. экспедиции. 1969. Т. 74. С. 29–35.
14. Чеснокова В.Н., Грибанов А.В. Изменения гемодинамики у студентов в условиях северного региона в течение учебного года // Совр. проблемы науки и образования. 2012. № 1. URL: www.science-education.ru/101-5139 (дата обращения: 28.03.2013).
15. Ермолин С.П. Характеристики гемодинамических показателей и физической работоспособности у военнослужащих в Арктике в контрастные сезоны года // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2014. № 4. С. 75–80.
16. Цфасман А.З., Алтаев Д.В. Природная освещенность и суточные ритмы артериального давления // Артериальная гипертензия. 2011. Т. 17, № 4. С. 333–336.
17. Чеснокова В.Н. Амплитудно-фазовые особенности ритма ЧСС и АД у юношей в сезонной динамике в условиях северного региона // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2010. № 11. С. 20–29.
18. Цесарская Е.Н. Влияние гипокинезии на показатели физической и умственной работоспособности студентов Кольского Севера в период полярной ночи // Уч. зап. ун-та им. П.Ф. Лесгафта. 2011. № 7(77). С. 164–167.
19. Friberg O., Rosenvinge J.H., Wynn R., Gradisar M. Sleep Timing, Chronotype, Mood, and Behavior at an Arctic Latitude (69° N) // Sleep Med. 2014. Vol. 15, № 7. P. 798–807.
20. Najjar R.P., Wolf L., Taillard J., Schlangen L.J.M., Salam A., Cajochen C., Gronfier C. Chronic Artificial Blue-Enriched White Light Is an Effective Countermeasure to Delayed Circadian Phase and Neurobehavioral Decrements // PLOS ONE. 2014. Vol. 9, № 7. URL: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0102827> (дата обращения: 10.08.2015).
21. Johnsen M.T., Wynn R., Bratlid T. Is There a Negative Impact of Winter on Mental Distress and Sleeping Problems in the Subarctic: The Tromsø Study // BMC Psychiatry. 2012. Vol. 12.
22. Arendt J. Biological Rhythms During Residence in Polar Regions // Chronobiol. Int. 2012. Vol. 29, № 4. P. 379–394.

23. *Borisenkov M.F., Kosova A.L., Kasyanova O.N.* Impact of Perinatal Photoperiod on the Chronotype of 11-to 18-Year-Olds in Northern European Russia // *Chronobiol. Int.* Vol. 29, № 3. P. 305–310.
24. *Başar E., Schürmann M., Sakowitz O.* The Selectively Distributed Theta System: Functions // *Int. J. Psychophysiol.* 2001. Vol. 39, № 2-3. P. 197–212.
25. *Danesi M.A.* Seasonal Variations in the Incidence of Photoparoxysmal Response to Stimulation Among Photosensitive Epileptic Patients: Evidence from Repeated EEG Recordings // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 1988. Vol. 51, № 6. P. 875–877.
26. *Джос Ю.С., Грибанов А.В.* Сезонные изменения биоэлектрической активности головного мозга у детей младшего школьного возраста, проживающих в условиях Севера // *Вестн. Урал. мед. академ. науки.* 2014. № 2(48). С. 25–29.
27. *Сороко С.И., Рожков В.П., Бекшаев С.С.* Особенности сезонных перестроек центральных механизмов регуляции у детей-северян с разным уровнем социального риска // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова.* 2013. Т. 99, № 12. С. 1435–1449.
28. *Черепанов И.М.* Влияние звуковых раздражений города на ЭЭГ полярников в условиях Антарктиды. Л., 1969. С. 46–47.
29. *Сороко С.И., Бекшаев С.С., Рожков В.П.* ЭЭГ корреляты генофенотипических особенностей возрастного развития мозга у детей аборигенного и пришлого населения Северо-Востока России // *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова.* 2012. Т. 98, № 1. С. 3–26.
30. *Дёмин Б.Д., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В.* Варианты возрастного формирования структуры ЭЭГ подростков Приполярных и Заполярных районов Европейского Севера // *Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки.* 2013. № 1. С. 41–45.
31. *Сергеева Е.Г.* Возрастные особенности функционального развития мозга у школьников, проживающих в условиях Европейского Севера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2009. 21 с.
32. *Сороко С.И., Бекшаев С.С., Рожков В.П.* Общие закономерности формирования волновой структуры паттерна ЭЭГ у детей и подростков, проживающих в условиях Европейского Севера // *Физиология человека.* 2015. Т. 41, № 4. С. 1–11.
33. *Тихонова Е.В.* Сезонные изменения биоэлектрической активности головного мозга и психофизиологического состояния у детей старшего школьного возраста г. Архангельска: дис. ... канд. мед. наук. Архангельск, 2006. 136 с.
34. *Грибанов А.В., Джос Ю.С., Багрецова Т.В.* Изменения параметров биоэлектрической активности головного мозга у школьников-северян 16-17 лет в различных условиях естественной освещенности // *Экология человека.* 2013. № 6. С. 42–48.
35. *Кропотов Ю.Д.* Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия. Донецк, 2010. 512 с.
36. *Гнездицкий В.В.* Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). М., 2004. 624 с.
37. *Леутин В.П., Николаева Е.И., Фомина Е.В.* Функциональная асимметрия мозга и незавершенная адаптация // *Руководство по функциональной межполушарной асимметрии.* М., 2009. 836 с.

References

1. *Klinicheskie aspekty polyarnoy meditsiny* [Clinical Aspects of Polar Medicine]. Ed. by V.P. Kaznacheev. Moscow, 1986. 208 p.
2. Nikitin Yu.P., Khasnulin V.I., Gudkov A.B. Sovremennye problemy severnoy meditsiny i usiliya uchenykh po ikh resheniyu [Contemporary Problems of Northern Medicine and Researchers' Efforts to Solve Them]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, no. 3, pp. 63–72.
3. Kubasov R.V., Demin D.B., Tkachev A.V. Adaptive Reactions of the Endocrine System of Children Living Under Conditions of Contrasting Photoperiods. *Human Physiology*, 2006, vol. 32, no. 4, pp. 450–456.
4. Rapoport Zh.Zh. *Adaptatsiya rebenka na Severe* [Child Adaptation in the North]. Leningrad, 1979. 191 p.
5. Evdokimov V.G., Rogachevskaya O.V., Varlamova N.G. *Moduliruyushchee vliyaniye faktorov Severa na kardiorespiratornyuyu sistemu cheloveka v ontogeneze* [The Modulating Effect of Northern Factors on the Cardiorespiratory System in Human Ontogenesis]. Yekaterinburg, 2007. 257 p.

6. Rozhkov V.P., Bekshaev S.S., Soroko S.I. Sezonnnye perestroyki gemodinamiki i bioelektricheskoy aktivnosti mozga u detey i podrostkov Evropeyskogo Severa [Seasonal Changes of the Brain Hemodynamics and Bioelectrical Activity in Children and Adolescents from the European North]. *Ul'yanovskiy Mediko-biologicheskyy zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 104–115.
7. Tipisova E.V. *Reaktivnost' i kompensatornye reaktsii endokrinnoy sistemy u muzhskogo naseleniya Evropeyskogo Severa*: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk [Reactivity and Compensatory Responses of the Endocrine System in Male Population of the European North: Dr. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2007. 37 p.
8. Gudkov A.B., Lukmanova N.B., Ramenskaya E.B. *Chelovek v pripolyarnom regione Evropeyskogo Severa: ekologo-fiziologicheskie aspekty* [Human in the Circumpolar Region of the European North: Ecological and Physiological Aspects]. Arkhangelsk, 2013. 184 p.
9. Bichkaeva F.A. *Rezervnye vozmozhnosti endokrinnoy regulyatsii metabolicheskikh protsessov u cheloveka na Severe*: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk [Reserve Capacity of the Endocrine Regulation of Metabolic Processes in Humans Living in the North: Dr. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2006. 38 p.
10. Tkachev A.V., Boyko E.R., Gubkina Z.D., Ramenskaya E.B., Sukhanov S.G. *Endokrinnyaya sistema i obmen veshchestv u cheloveka na Severe* [The Endocrine System and Metabolism in Humans Living in the North]. Syktyvkar, 1992. 156 p.
11. Kubasov R.V. Tsirkannual'naya bioritmika gormonal'nykh pokazateley shchitovidnoy i polovykh zhelez [Circannual Biorhythms of Thyroid and Gonadal System]. *Ekologiya cheloveka*, 2008, no. 2, pp. 26–29.
12. Kochan T.I., Shadrina V.D., Potolitsina N.N. Integrated Evaluation of the Influence of a Northern Environment on Human Metabolism and Physiological and Psychoemotional States. *Human Physiology*, 2008, vol. 34, no. 3, pp. 356–362.
13. Bundzen P.V. Izmenenie funktsional'noy organizatsii nervnykh protsessov v vysshikh otdelakh golovnoy mozga cheloveka v period polyarnoy nochi [Changes in the Functional Organization of Neural Processes in Human Cortex and Subcortex During the Polar Night]. *Byulleten' sovetskoy antarkticheskoy ekspeditsii*, 1969, vol. 74, pp. 29–35.
14. Chesnokova V.N., Gribanov A.V. Izmeneniya gemodinamiki u studentov v usloviyakh severnogo regiona v techenie uchebnogo goda [Changes in Cerebral Hemodynamics of Adolescents Living in the North During the Academic Year]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, no. 1. Available at: www.science-education.ru/101-5139 (accessed 28 March 2013).
15. Ermolin S.P. Kharakteristiki gemodinamicheskikh pokazateley i fizicheskoy rabotosposobnosti u voennosluzhashchikh v Arktike v kontrastnye sezony goda [Features of Hemodynamic Parameters of Physical Efficiency in the Military in Contrasting Seasons of the Year]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennyye nauki*, 2014, no. 4, pp. 75–80.
16. Tsfasman A.Z., Alpaev D.V. Prirodnaya osveshchennost' i sutochnyye ritmy arterial'nogo davleniya [Natural Illumination and Circadian Blood Pressure Rhythm]. *Arterial'naya gipertenziya*, 2011, vol. 17, no. 4, pp. 333–336.
17. Chesnokova V.N. Amplitudno-fazovyye osobennosti ritma ChSS i AD u yunoshey v sezonnoy dinamike v usloviyakh severnogo regiona [Amplitude and Phase Characteristics of Heart Rate and Blood Pressure in Seasonal Dynamics in Young Men Living in the North]. *Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2010, no. 11, pp. 20–29.
18. Tsesarskaya E.N. Vliyanie gipokinezii na pokazateli fizicheskoy i umstvennoy rabotosposobnosti studentov Kol'skogo Severa v period polyarnoy nochi [Influence of Hypokinesia on the Parameters of Physical and Mental Working Capacity of the North Kola Students During the Polar Night]. *Uchenyye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2011, no. 7(77), pp. 164–167.
19. Friberg O., Rosenvinge J.H., Wynn R., Gradisar M. Sleep Timing, Chronotype, Mood, and Behavior at an Arctic Latitude (69° N). *Sleep Med.*, 2014, vol. 15, no. 7, pp. 798–807.
20. Najjar R.P., Wolf L., Taillard J., Schlangen L.J.M., Salam A., Cajochen C., Gronfier C. Chronic Artificial Blue-Enriched White Light Is an Effective Countermeasure to Delayed Circadian Phase and Neurobehavioral Decrements. *PLOS ONE*, 2014, vol. 9, no. 7, Available at: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0102827> (accessed 10 August 2015).
21. Johnsen M.T., Wynn R., Bratlid T. Is There a Negative Impact of Winter on Mental Distress and Sleeping Problems in the Subarctic: The Tromsø Study. *BMC Psychiatry*, 2012, vol. 12.
22. Arendt J. Biological Rhythms During Residence in Polar Regions. *Chronobiol. Int.*, 2012, vol. 29, no. 4, pp. 379–394.

23. Borisenkov M.F., Kosova A.L., Kasyanova O.N. Impact of Perinatal Photoperiod on the Chronotype of 11- to 18-Year-Olds in Northern European Russia. *Chronobiol. Int.*, vol. 29, no. 3, pp. 305–310.
24. Başar E., Schürmann M., Sakowitz O. The Selectively Distributed Theta System: Functions. *Int. J. Psychophysiol.*, 2001, vol. 39, no. 2-3, pp. 197–212.
25. Danesi M.A. Seasonal Variations in the Incidence of Photoparoxysmal Response to Stimulation Among Photosensitive Epileptic Patients: Evidence from Repeated EEG Recordings. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 1988, vol. 51, no. 6, pp. 875–877.
26. Dzhos Yu.S., Griбанov A.V. Sezonnnye izmeneniya bioelektricheskoy aktivnosti golovnogogo mozga u detey mladshogo shkol'nogo vozrasta, prozhivayushchikh v usloviyakh Severa [Seasonal Changes of Brain Bioelectrical Activity in Younger Schoolchildren Northerners Residing in the North]. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2014, no. 2(48), pp. 25–29.
27. Soroko S.I., Rozhkov V.P., Bekshaev S.S. Osobennosti sezonnykh perestroek tsentral'nykh mekhanizmov regulatsii u detey-severyan s raznym urovnem sotsial'nogo riska [Features of Seasonal Reorganizations of the Central Mechanisms of Regulation in Children Northerners with Different Level of Social Risk]. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2013, vol. 99, no. 12, pp. 1435–1449.
28. Cherepanov I.M. Vliyaniye zvukovykh razdrasheniy goroda na EEG polyarnikov v usloviyakh Antarktidi [Effect of Urban Auditory Stimuli on the EEG of Polar Expedition Members in Antarctica]. Leningrad, 1969, pp. 46–47.
29. Soroko S.I., Bekshaev S.S., Rozhkov V.P. EEG korrelyaty genofenotipicheskikh osobennostey vozrastnogo razvitiya mozga u detey aborigennogo i prishlogo naseleniya Severo-Vostoka Rossii [EEG Correlates of Genophenotypical Features of the Brain Development in Children of the Native and Newcomers' Population of the Russian North-East]. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2012, vol. 98, no. 1, pp. 3–26.
30. Demin B.D., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V. Varianty vozrastnogo formirovaniya struktury EEG podrostkov Pripolyarnykh i Zapolyarnykh rayonov Evropeyskogo Severa [Variants of EEG Formation in Adolescents Living in Subpolar and Polar Regions of Northern Russia]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskii nauki*, 2013, no. 1, pp. 41–45.
31. Sergeeva E.G. *Vozrastnye osobennosti funktsional'nogo razvitiya mozga u shkol'nikov, prozhivayushchikh v usloviyakh Evropeyskogo Severa*: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Age-Related Features of Functional Brain Development in Schoolchildren Living in the European North: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. St. Petersburg, 2009. 21 p.
32. Soroko S.I., Bekshaev S.S., Rozhkov V.P. General Features of the Formation of EEG Wave Structure in Children and Adolescents Living in Northern European Russia. *Human Physiology*, 2015, vol. 41, no. 4, pp. 394–403.
33. Tikhonova E.V. *Sezonnnye izmeneniya bioelektricheskoy aktivnosti golovnogogo mozga i psikhofiziologicheskogo sostoyaniya u detey starshogo shkol'nogo vozrasta g. Arkhangel'ska*: dis. ... kand. med. nauk [Seasonal Changes in Brain Activity and Psychophysiological State of Schoolchildren in Arkhangelsk: Cand. Med. Sci. Diss.]. Arkhangelsk, 2006. 136 p.
34. Griбанov A.V., Dzhos Yu.S., Bagretsova T.V. Izmeneniya parametrov bioelektricheskoy aktivnosti golovnogogo mozga u shkol'nikov-severyan 16–17 let v razlichnykh usloviyakh estestvennoy osveshchennosti [Changes of Settings of Brain Bioelectrical Activity in Northern Schoolchildren Aged 16–17 in Different Ambient Light Conditions]. *Ekologiya cheloveka*, 2013, no. 6, pp. 42–48.
35. Kropotov Yu.D. *Kolichestvennaya EEG, kognitivnye vyzvannye potentsialy mozga cheloveka i neyroterapiya* [Quantitative EEG, Cognitive Evoked Potentials of the Human Brain and Neurotherapy]. Donetsk, 2010. 512 p.
36. Gnezditskiy V.V. *Obratnaya zadacha EEG i klinicheskaya elektroentsefalografiya (kartirovaniye i lokalizatsiya istochnikov elektricheskoy aktivnosti mozga)* [EEG Inverse Problem and Clinical Electroencephalography (Mapping and Localization of Sources of Brain Electrical Activity)]. Moscow, 2004. 624 p.
37. Leutin V.P., Nikolaeva E.I., Fomina E.V. Funktsional'naya asimmetriya mozga i nezavershennaya adaptatsiya [Functional Brain Asymmetry and Incomplete Adaptation]. *Rukovodstvo po funktsional'noy mezhpolutsharnoy asimmetrii* [A Guide to Functional Hemispheric Asymmetry]. Moscow, 2009. 836 p.

doi 10.17238/issn2308-3174.2015.4.41

Dzhos Yuliya Sergeevna

Institute of Medical and Biological Research,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

THE INFLUENCE OF PHOTOPERIODISM ON THE SPECTRAL CHARACTERISTICS OF THE ELECTROENCEPHALOGRAM IN 13-14-YEAR-OLD NORTHERNERS

The paper presents the results of the studies into the amplitude-frequency characteristics of the electroencephalogram (EEG) in 42 schoolchildren aged 13-14 years (21 boys and 21 girls) during the periods of increasing, maximum, decreasing and minimum daylight duration. Brain activity was recorded in 16 standard leads using the multifunctional digital system Neuron-Spectrum-4/EPM. The article shows the dynamics of key EEG rhythms and determines their correlation with daylight periods. We found prevalence of spectral characteristics during spring and autumn. This dynamics is typical of all frequency ranges but is more pronounced in the theta band in spring and autumn and beta1 band in spring. The maximum amplitude and the total power of theta band oscillations were increasing in the frontal ($p \leq 0.004$), central ($p \leq 0.004$) and temporal ($p \leq 0.008$) areas of the left hemisphere both in the period of increasing and in the period of decreasing daylight duration. Amplification of the spectral characteristics of high-frequency beta1 oscillations was detected in the temporal ($p \leq 0.005$), frontal ($p \leq 0.005$), central ($p \leq 0.005$) and parietal ($p \leq 0.002$) areas of the brain during the period of increasing daylight duration. We found that adaptive changes in the brain bioelectrical activity occur during the transitional photoperiods of the year, i.e. during the periods of increasing and decreasing daylight duration. The study revealed that in winter and summer the spectral parameters of theta and beta1 bands in middle school-age children are decreasing, which results in greater emotional stability and better cognitive performance. Thus, these seasons are the most favourable ones for the functioning of the brain.

Keywords: *schoolchildren in the North, photoperiodism, electroencephalogram, spectral analysis.*

Контактная информация:

адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

e-mail: u.jos@narfu.ru