

**Кустубаева А.М.¹, Камзанова А.², Мадалиева З.Б.³, Жолдасова М.К.⁴,
Кудайбергенова С.К.⁵, Борбасова Г.⁶, Сибгатуллина Э.⁷**

¹ к.б.н., и.о. профессора, e-mail: almkust@gmail.com

² PhD, и.о. доцента, e-mail: altyn_kamzanova@mail.ru

³ д.психол.н., e-mail: Zabyra.Madalyeva@kaznu.kz

⁴ PhD, и.о. доцента, e-mail: manzur777@gmail.com

⁵ к. психол.н., и.о. доцент, e-mail: Sandugash.Kudaibergenova@kaznu.kz

⁶ докторант PhD, e-mail: gulnur840401@gmail.com

⁷ магистрант, e-mail: ellsib@mail.ru

Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДИАГНОСТИКИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ И ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТОЯНИЙ**

Данная статья посвящена научному обоснованию проведения исследований с целью разработки диагностических критериев депрессивных состояний. Актуальность и востребованность исследования обусловлена сложившейся в современном мире ситуацией – депрессия признана наиболее опасным и широко распространённым заболеванием, стоящем на втором месте среди причин недееспособности населения во всем мире. Негативный эффект нелеченной депрессии приводит, как правило, к когнитивным нарушениям, выражающимся в ухудшении памяти и внимания, отсутствии способности самостоятельно регулировать эмоции и поведение, совершении когнитивных ошибок, приводящих не только к снижению трудоспособности населения, но даже и летальному суицидальному исходу. Ранее проведенные ЭЭГ и фМРС исследования показали наличие достоверных различий в активности эмоционально-мотивационных структур мозга у пациентов с депрессией по сравнению со здоровыми лицами. Тем не менее, эти данные имеют противоречивый характер относительно направления активности различных областей мозга (гипоактивность или гиперактивность). На основе анализа изученной литературы мы планируем проведение ЭЭГ исследований на выполнение когнитивных задач – исполнительного контроля и принятия решения с целью определения ЭЭГ маркеров снижения когнитивных функций. Проведенный обзор позволяет обоснованно предположить, что результаты полученных ЭЭГ характеристик могут стать достоверными биомаркерами депрессивных состояний.

Ключевые слова: психофизиология, электроэнцефалография, биомаркеры, депрессия.

Kustubaeva A.M.¹, Kamzanova A.T.², Medaliyeva Z.B.³, Zholdasova M.K.⁴,
Kudaibergenova S.K.⁵, Borbasova G.⁶, Sibgatullina E.⁷

¹ candidate of biological science, i.e. Professor, e-mail: almkust@gmail.com

² PhD, i.e. Associated Professor, e-mail: altyn_kamzanova@mail.ru

³ doctor of psychological science, e-mail: Zabyra.Madalyeva@kaznu.kz

⁴ PhD, i.e. Associated Professor, e-mail: manzur777@gmail.com

⁵ candidate of psychological science, i.e. Associated Professor, e-mail: Sandugash.Kudaibergenova@kaznu.kz

⁶ Ph.D. student, e-mail: gulnur840401@gmail.com

⁷ master degree student, e-mail: ellsib@mail.ru

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

Psychophysiological researches of emotional and depressive conditions diagnostics

This literature review is devoted to the problem of finding psychophysiological biomarkers of depression. Depression is the most dangerous and largely spread disease, takes a second place among other disabilities in the world. Moreover, negative effect even of mild depression causes cognitive dis-

abilities such as decline in memory and attention, emotion regulation disturbances, increase in cognitive mistakes. Consequences are increase in disability or death from suicide. All of these determine high urgency and necessity of suggested psychophysiological studies to find informative biomarkers based on brain functional state. Previous EEG and fMRI studies showed significant differences in the brain activity of the emotional and motivational brain structures in patients with depression in comparison to healthy individuals. Nevertheless, existing psychophysiological studies of depression considered as a controversial with opposite direction of brain activity changes (hypoactivity or hyperactivity). Therefore, we plan to conduct EEG study during performance of executive control and decision-making tasks in order to define EEG markers. Based on this review we expect that EEG indicators could become a valid biomarkers of depressive states.

Key words: psychophysiology, electroencephalography, biomarkers, depression.

Кустубаева А.М.¹, Мадалиева З.Б., Камзанова А.², Жолдасова М.К.³,
Кудайбергенова С.К., Борбасова Г.⁴, Сибгатулина Э.⁵

¹ профессор м.а. биол.ф.к., e-mail: almkust@gmail.com

² доцент м.а. PhD, e-mail: altyn_kamzanova@mail.ru

³ психол.ф.д., e-mail: Zabyra.Madalyeva@kaznu.kz

⁴ доцент м.а. PhD, e-mail: manzur777@gmail.com

⁵ доцент м.а. психол.ф.к., e-mail: Sandugash.Kudaibergenova@kaznu.kz

⁶ PhD докторанты, e-mail: gulnur840401@gmail.com

⁷ магистрант, e-mail: ellsib@mail.ru

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Эмоциялық және депрессиялық күйді диагностикалаудың психофизиологиялық зерттеулері

Бұл мақала депрессиялық күйдің диагностикалық критерийлерін өңдеу мақсатында зерттеу жүргізудің ғылыми негіздемесіне арналған. Зерттеудің өзектілігі мен қажеттілігі қазіргі кездегі қалыптасқан жағдайларға байланысты, яғни депрессия ерекше қауіпті кең таралған аурулардың бірі және әлем халқының арасында екінші деңгейдегі еңбекке қабілетсіздік деп танылған. Емделмеген депрессияның теріс әсері, еске сақтау мен зейіннің төмендеуін көрсететін когнитивтік бұзылыстарға, эмоциясын өздігінен басқара алмау қабілетсіздігіне, еңбек қабілеттілігін төмендететін және өз-өзіне қол жұмсау әрекетіне алып келетін когнитивтік қателіктер жіберу сияқты жағдайларға әкеледі. ЭЭГ және фМРС-пен ертеректе жүргізілген зерттеулер депрессияға ұшыраған науқастарда мидың эмоциялы-мотивациялық құрылымдарының белсенділігінде айтарлықтай айырмашылықтар болғанын көрсетті. Дегенмен, бұл мәліметтер мидың әртүрлі бөліктеріндегі белсенділік бағыттарында (гипобелсенділік немесе гипербелсенділік) қарама-қайшы сипатты көрсетті. Әдебиеттерді талдау негізінде, біз когнитивтік функциялардың төмендеуінің ЭЭГ маркерлерін анықтау мақсатында экзекүтивтік бақылау мен шешім қабылдау когнитивтік тапсырмаларын орындауды ЭЭГ арқылы зерттеуді жоспарлап отырмыз. Осы шолу негізінде алынған ЭЭГ-нің нәтижелері депрессиялық күйдің сенімді биомаркері болуы мүмкін деп болжаймыз

Түйін сөздер: психофизиология, электроэнцефалография, биомаркерлер, депрессия.

Введение

Депрессия в современном мире признана наиболее опасным и широко распространённым заболеванием, второй по распространённости причиной недееспособности среди мирового населения. Согласно справочным данным оценки ВОЗ, от депрессии страдает 350 миллионов человек во всем мире. Проблему усложняет то, что до 80 процентов пациентов с признаками депрессии не осознают взаимосвязь соматических нарушений с психологическими эмоциональными проблемами, не желают обращаться к специалистам в виду существующей стигмы о психических заболеваниях. В

итоге 70 процентов лиц с депрессией не получают квалифицированной помощи. Нелеченое заболевание приводит к высокому суицидальному риску, снижению качества жизни и потенциально является социальной угрозой для общества. Так, в Казахстане смертность от суицида составляет 26,9 на 100 000 населения (По данным за 2016 год, заболеваемость психическими расстройствами с впервые в жизни установленным диагнозом в целом по Казахстану составила 60,8 на 100 000 населения (Скрипачева Л., http://pharmnews.kz/news/depressija_aktualnaja_obshhemedicinskaja_problema/2011-01-01-2067).

Депрессия «шлейфом» сопровождает не только практически все психические, но и

множество других заболеваний, которые мы традиционно считаем чисто соматическими. Зачастую данная категория пациентов требует особого подхода в лечении и нуждается в корректной эмоционально-депрессивных состояний, предпочтительно немедикаментозными методами, параллельно с достаточно загруженным медикаментозным лечением по основному диагнозу.

Исследователи подчеркивают, что негативный эффект нелеченной даже легкой формы депрессии приводит, как правило, к когнитивным нарушениям, выражающимся в ухудшении памяти и внимания, отсутствии способности самостоятельно регулировать эмоции, совершении когнитивных ошибок, приводящих к снижению трудоспособности населения и даже летальному суицидальному исходу. Суицид – это крайне отрицательное последствие депрессивных заболеваний. Все это определяет высокую значимость и актуальность необходимости психофизиологических исследований депрессивных состояний для разработки новых диагностических методов на основе исследования функционального состояния мозга.

На сегодняшний день существуют некоторые попытки научных поисков объективных психофизиологических диагностических маркеров депрессивных состояний. Так, ряд ЭЭГ исследований пациентов с депрессией определили, что фронтальная асимметрия альфа ритма может являться таким диагностическим маркером (Henriques J.B., Davidson R.J., J. Abnorm., 1991: 535–545, Debener S., Beauducel A., Nessler D., Brocke B., Heilemann H., Kayser J., 2000, Pizzagalli D.A., Nitschke J.B., Oakes T.R., Hendrick A.M., Horras K.A., Larson C.L., 2002 : 73–85).

Данное предположение базировалось на многочисленных исследованиях значения фронтальной альфа асимметрии в эмоциональном поведении. В частности, такой основой послужила широко известна теория Дэвидсона и Томаркена (1889) о том, что поведение «избегания» характеризуется специфическим повышением левой фронтальной активности (соответственно более высокий альфа компонент ЭЭГ); в то время как поведение «приближения» характеризуется, наоборот, более высокой активностью в передних областях правого полушария. В то же время другие исследования не подтвердили диагностического значения фронтальной асимметрии альфа ритма (Fingelkurts A.A., Fingelkurts A.A., 2015: 1050–1060, Yin Cao, Xia Chen, Hui Xie, Ling Zou, Li Jun Hu, Xian Ju Zhou, 2017 :

1785-1790, Baskaran A., Milev R., McIntyre R., 2012 : 507–513).

Метаанализ 16-ти исследований не обнаружил достоверность наличия взаимосвязи между депрессивными показателями и фронтальной асимметрией альфа ритма (Van der Vinne N, Vollebregt MA, van Putten MJAM, Arns M. , 2017 : 79-87).

Безусловно, авторы ссылаются на неоднородность методических подходов в проведенном метаанализе и полагают, что этот вопрос необходимо исследовать с более однородной методологией и выборкой. Тем не менее, интересным результатом метанализа явилось выявление достоверной взаимосвязи между гендерными и возрастными данными и показателями уровня депрессии.

Необходимо отметить, что существует достаточно большое количество современных психофизиологических исследований о связи ЭЭГ показателей с эмоциональными состояниями и стрессом (Davidson R.J., Izard, C.E., Kagan, J., Zajonc, 1984 : 320–365, Kamzanova A., Kustubayeva A.M., Matthews G. , 2014 : 1136-49, Tolegenova A.A., Kustubayeva A.M., Matthews G., 2014: 75-80, Kustubayeva A.M., Tolegenova A.A., Matthews G. , 2013 : 51-61).

Действительно, ЭЭГ показатели являются информативными индикаторами эмоциональных состояний, отражающими функциональное состояние (Костюнина, 1998, Костюнина&Русалова, 2003, Лапшина, 2007, Данько 2008). Например, в психологическом эксперименте с внутренней индукцией эмоций обнаружено повышение высокочастотных ритмов ЭЭГ (Данько С.Г., 2008). Выявлено, что ЭЭГ активность мозга может зависеть от валентности эмоций, уровня эмоциогенности и стеничности. В проведенных нами исследованиях внешняя индукция страха характеризовалась десинхронизацией альфа ритма, в то время как регуляция эмоций методом переоценки эмоций сопровождалось повышением гамма ритма (Kustubayeva A.M., Tolegenova A.A., Matthews G. , 2013 : 51-61). Некоторые исследователи выявили синхронизацию тета ритма при индукции эмоции страха (Афтанас и др, 1996, 2004).

Различные методические подходы к анализу ЭЭГ ритмов могут принести новый взгляд на изменения активности мозга при депрессивных нарушениях. Например, проведенный нелинейный анализ сигнала мозга дал интересные результаты в ЭЭГ исследованиях Akar et al. (2015). Такие нелинейные показатели, как фрактальные измере-

ния Katz и Higuchi во фронтальных и затылочных областях выявили достоверные различия между контрольной группой и пациентов с депрессией. Puthankattil использовал метод *relative wavel energy (RWE)* для анализа сигналов мозга для классификации ЭЭГ сигналов у здоровых лиц и пациентов с депрессией (Puthankattil et al., 2012). Liao et al обнаружил, что *Kernel Eigen_Filter_bank (KEFB)* показатель, полученный в результате компонентного анализа, является также информативным индикатором депрессии. Следовательно, приведенные нами данные современных исследований доказывают предположение, что ЭЭГ показатели могут быть достоверными биомаркерами депрессивных состояний. Более того, многолетние исследования Сороко выявили не только корреляции ЭЭГ показателей со стрессом и депрессивными состояниями, но и эффективность метода биологической обратной связи (БОС) с альфа ритмом для пациентов с депрессией и выраженной бета активностью в исходной электрической активности мозга (С.И. Сороко, Г.В. Сидоренко, 1993:168).

Помимо измерения спонтанной ЭЭГ активности, использование метода вызванных потенциалов при выполнении различных когнитивных задач привело к выявлению новых биомаркеров, таких как P300 компонент или FRN (*feedback related negativity*) компонент. Так, исследования Cavanagh и др. (2011) показали информативность FRN компонента при обучающей задаче для дифференциации пациентов с депрессией, отражающего избегание обучения и гиперчувствительность к негативной обратной связи. Li (2016) провел анализ когерентности функциональных сетей мозга и определил, что *phase synchronization index (PSI)* в тета, альфа и бета диапазоне была ниже в группе с депрессией относительно контрольной группы. Гиперчувствительность к негативному feedback была отмечена во многих исследованиях с использованием фМРС (*fMRI*, функционального магнитно-резонансного сканирования) у пациентов с депрессивными расстройствами (Kumari V., Mitterschiffthaler M.T., Teasdale J.D., 2003: 777–791, Smoski, M.J., Felder, J., Bizzell, J., Green, S.R., Ernst, M., Lynch, T.R., Dichter, G.S., 2009: 69–78).

В то же время, в ряде исследований у пациентов с депрессией была отмечена гипочувствительность к награде мотивационных структур мозга одновременно со сниженной активностью фронтальной, вентромедиальной орбитофронтальной и передней сингулярной коры

(Beauregard, M., Paquette, V., Levesque, J., 2006: 843–846).

Действительно, изменения в мотивационных структурах мозга, связанные с депрессией, отрицательно влияют на когнитивные процессы, и в целом на процесс обучения. Например, фМРС исследование механизма ассоциативного обучения у пациентов с депрессивным состоянием, проведенное в Университете Цинциннати (США), выявило нарушение процессов обучения. Это выразалось в том, что на ранних стадиях обучения в целом снижалась активация мозга на обучающую обратную связь (как положительную, так и отрицательную) (Кустубаева, сдано в печать). Также, были выявлены области мозга, наиболее значимые в процессе развития депрессивных симптомов – это инсула, миндаля и передняя сингулярная кора. В данных областях значения сигнала мозга BOLD (*Blood-oxygen-level dependent*), отражающего уровень метаболизма кислорода в тканях, достоверно коррелировала с уровнем депрессивного состояния. По данным проведенного исследования Кустубаевой А. М. с соавторами с использованием фМРС, обнаружено диагностирующее значение изменения активности вышеперечисленных специфических областей мозга, отличающихся от активности мозга у лиц без депрессии. Кроме того, использование нелинейного анализа сигналов мозга BOLD, полученных с помощью фМРС, также показало интересные результаты. Данные показателя Херста целого мозга и отдельных систем мозга, отражающего динамические изменения сигнала BOLD, достоверно отличались у пациентов с депрессией во время выполнения стрессовой задачи (Hurst H.E., 1951:116. – 770).

Группа исследований с использованием в эксперименте задачи на восприятие эмоциональных лиц показало, что пациенты с депрессией обнаруживают повышенную активацию эмоциональных структур мозга на негативные лица. Как выяснилось, особое значение имеет BA 25/*subgenual cingular cortex/сингулярная кора*, которая негативно коррелировала со степенью депрессивного состояния. Известно, что данная зона используется для транскраниальной стимуляции при лечении депрессии (литра).

К сожалению, в настоящее время Казахстан пока не имеет необходимого оборудования для проведения функционального магнитно-резонансного сканирования. Тем не менее, имеющееся в наличии ЭЭГ оборудование позволяет нам продолжать уже начатое исследование для дальнейшей разработки своевременной объективной

методологии диагностики и возможно немедицинской коррекции эмоционально-депрессивных состояний (Kustubayeva A.M., Huang Zheng, Jianbo Gao, James Eliassen, 2017:195, Hamani C., Mayberg H., Stone S., Laxton A., Haber S., Lozano A.M., 2011 : 301–309, Mayberg H.S., 2003: 193–207, Mayberg H.S, 1997, : 471–481). Проведенные ранее исследования и их тщательный анализ могут помочь оптимизировать поиски специфических биомаркеров, которые будут использовать в медицинской и психологической практике. Один из неоспоримых плюсов такого подхода является то, что ЭЭГ обследование доступно и требует меньших экономических вложений, что позволяет предположить востребованность и возможность внедрения результатов нашего исследования.

Опираясь на полученные результаты предыдущих фМРС исследований, проведенных Эриком Нельсоном, Джеймсом Элиассеном и Кустубаевой А.М. в Университете Цинцинатти, нами планируется провести ЭЭГ экспериментальное исследование депрессивных состояний с применением двух задач на исполнительный контроль и на принятие решения. Исследование является важным как для теоретической фундаментальной науки ввиду определения объективного биомаркера эмоционально-депрессивных состояний, так и для прикладной науки – ввиду ожидаемых результатов, которые будут способствовать своевременной диагностике депрессивных состояний.

Предпосылками к разработке исследования является одновременно наличие достаточно широкого круга исследований в области психофизиологии эмоций и отсутствие объективных научно-обоснованных ЭЭГ критериев для диагностики и коррекции депрессивных эмоциональных состояний.

Основная цель нашего исследования – поиск и определение ЭЭГ биомаркеров депрессивных состояний для их объективной диагностики с целью снижения бремени социально-значимого заболевания, а также разработка технологий своевременной диагностики депрессивных состояний.

Ближайшими задачами данных исследований будет:

1) научно-обоснованная подготовка психологических тестов, признанных в международном научном сообществе, для измерения депрессивных состояний с проведение адаптации и валидации тестового материала на местной популяции;

2) разработка соответствующей методики экспериментального исследования с программированием когнитивно-эмоциональной задачи для эксперимента в E-prime;

3) подготовка и проведение исследований биоэлектрической активности мозга обследуемых с депрессивными состояниями до проведения коррекционной программы с помощью электроэнцефалографа (ЭЭГ) и современных методов обработки ЭЭГ;

4) обработка психологических и психофизиологических результатов исследований, подготовка полученного материала для публикации в журналах с ненулевым импакт-фактором;

5) определение наиболее чувствительных диагностических параметров депрессивных состояний с дальнейшей разработкой научно-обоснованного использования в их диагностике и коррекции.

Также возможно дополнительное проведение оценки эффективности результатов психологических коррекционных программ с выявленными биомаркерами.

Заключение

Таким образом, несмотря на уже проведенные исследования, поиск различий в множестве ЭЭГ показателей активности мозга между контрольной группой и пациентами с депрессией востребован, необходимо продолжение исследований для выявления четких ЭЭГ маркеров депрессивных состояний их внедрение в клиническую практику. Данный литературный обзор подчеркивает, что результаты проанализированных нами исследований имеют противоречивый характер, в настоящее время отсутствуют четко определенные критерии ЭЭГ активности как биомаркера депрессии, хотя это достаточно актуальная проблема в мировой науке.

Литература

- Скрипачева Л. (http://pharmnews.kz/news/depressija_aktualnaja_obshhemedicinskaja_problema/2011-01-01-2067)
- Henriques J.B., Davidson R.J., Left frontal hypoactivation in depression // *J. Abnorm. Psychol.* – 1991. 100 (4). – P. 535–545.
- Debener S., Beauducel A., Nessler D., Brocke B., Heilemann H., Kayser J. Is resting anterior EEG alpha asymmetry a trait marker for depression? Findings for. – 2000.
- Pizzagalli D.A., Nitschke J.B., Oakes T.R., Hendrick A.M., Horras K.A., Larson C.L., et al. Brain electrical tomography in depression: the importance of symptom severity, anxiety, and melancholic features // *Biol. Psychiatry.* – 2002, Jul 15, 52 (2). – P. 73–85.
- Fingelkurts A.A., Fingelkurts A.A. Altered structure of dynamic electro-encephalogram oscillatory pattern in major depression // *Biol. Psychiatry.* – 2015, Jun 15, 77 (12). – P. 1050–1060.
- Yin Cao, Xia Chen, Hui Xie, Ling Zou, Li Jun Hu, Xian Ju Zhou. Correlation between Electroencephalogram Alterations and Frontal Cognitive Impairment in Esophageal Cancer Patients Complicated with Depression // *Chinese Medical Journal.* – 2017, 130, 15. – P. 1785–1790.
- Baskaran A., Milev R., McIntyre R., The neurobiology of the EEG bio- marker as a predictor of treatment response in depression // *Neuropharmacology.* – 2012, May 5, 63 (4). – P. 507–513.
- Van der Vinne N, Vollebregt MA, van Putten MJAM, Arns M. Frontal alpha asymmetry as a diagnostic marker in depression: Fact or fiction? A meta-analysis // *Neuroimage Clin.* – 2017, Jul 15; 16. – P. 79–87.
- Davidson R.J., Affect, cognition, and hemispheric specialization / In: Izard, C.E., Kagan, J., Zajonc, R.B. (Eds.), *Emotion, Cognition, and Behavior.* – Cambridge, Cambridge University Press. – 1984. – P. 320–365.
- Kamzanova A., Kustubayeva A.M., Matthews G. Use of EEG workload indices for diagnostic monitoring of vigilance decrement // *Human Factors.* – 2014, 56(6). – P. 1136–1149.
- Tolegenova A.A., Kustubayeva A.M., Matthews G. Trait Meta-Mood, gender and EEG response during emotion-regulation // *Personality and Individual Differences.* – 2014, 65. – P. 75–80.
- Kustubayeva A.M., Tolegenova A.A., Matthews G. EEG-brain activity during emotion regulation: suppression and reappraisal // *Psichologiceskij zurnal.* – 2013, 34(3). – P. 51–61
- Сороко С.И., Сидоренко Г.В. ЭЭГ-маркеры нервно-психических нарушений и компьютерная диагностика / С.И. Сороко, Г.В. Сидоренко. – Бишкек: Илим, 1993. – 168 с.
- Kumari V., Mitterschiffthaler M.T., Teasdale J.D., 2003. Neural abnormalities during cognitive generation of affect in treatment resistant depression. *Biological Psychiatry* 54, – P. 777–791
- Smoski, M.J., Felder, J., Bizzell, J., Green, S.R., Ernst, M., Lynch, T.R., Dichter, G.S., 2009. fMRI of alterations in reward selection, anticipation, and feedback in major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders* 118,- P. 69–78.
- Beauregard, M., Paquette, V., Levesque, J., 2006. Dysfunction in the neural circuitry of emotional self-regulation in major depressive disorder. *Neuroreport*, 17, – P.843–846.
- Hurst H.E. Long-term storage capacity of reservoirs. *Transactions of American Society of Civil Engineers.* – 1951, – P. 116 – 770 .
- Kustubayeva A.M., Huang Zheng, Jianbo Gao, James Eliassen, Erik Nelson Brain complexity changes during stress task in patients with major depressive disorder // *Biological Psychiatry.* – 2017, 81 (10s). – 195 p.
- Hamani C., Mayberg H., Stone S., Laxton A., Haber S., Lozano A.M. The subcallosal cingulate gyrus in the context of major depression // *Biological Psychiatry.* – 2011 (15 February), 69 (4). – P. 301–309.
- Mayberg H.S. Modulating dysfunctional limbic-cortical circuits in depression: Towards development of brain-based algorithms for diagnosis and optimised treatment // *British Medical Bulletin.* – 2003, 65. – P. 193–207.
- Mayberg H.S. Limbic-cortical dysregulation: A proposed model of depression // *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences.* – 1997, 9. – P. 471–481.

References

- Skripacheva L. (http://pharmnews.kz/news/depressija_aktualnaja_obshhemedicinskaja_problema/2011-01-01-2067)
- Henriques J.B., Davidson R.J. (1991) Left frontal hypoactivation in depression. *J. Abnorm. Psychol.* 100 (4), P. 535–545.
- Debener S., Beauducel A., Nessler D., Brocke B., Heilemann H., Kayser J. (2000) Is resting anterior EEG alpha asymmetry a trait marker for depression? Findings.
- Pizzagalli D.A., Nitschke J.B., Oakes T.R., Hendrick A.M., Horras K.A., Larson C.L., et al. (2002) Brain electrical tomography in depression: the importance of symptom severity, anxiety, and melancholic features. *Biol. Psychiatry.* Jul 15, 52 (2), P. 73–85.
- Fingelkurts A.A., Fingelkurts A.A. (2015) Altered structure of dynamic electro-encephalogram oscillatory pattern in major depression. *Biol. Psychiatry.* Jun 15, 77 (12), P. 1050–1060.
- Yin Cao, Xia Chen, Hui Xie, Ling Zou, Li Jun Hu, Xian Ju Zhou. (2017) Correlation between Electroencephalogram Alterations and Frontal Cognitive Impairment in Esophageal Cancer Patients Complicated with Depression. *Chinese Medical Journal.* 130, 15, P. 1785–1790.
- Baskaran A., Milev R., McIntyre R. (2012) The neurobiology of the EEG bio- marker as a predictor of treatment response in depression. *Neuropharmacology.* May 5, 63 (4), P. 507–513.
- Van der Vinne N, Vollebregt MA, van Putten MJAM, Arns M. (2017) Frontal alpha asymmetry as a diagnostic marker in depression: Fact or fiction? A meta-analysis. *Neuroimage Clin.* Jul 15; 16, P. 79–87.
- Davidson R.J. (1984) Affect, cognition, and hemispheric specialization. In: Izard, C.E., Kagan, J., Zajonc, R.B. (Eds.), *Emotion, Cognition, and Behavior.* Cambridge, Cambridge University Press. P. 320–365.
- Kamzanova A., Kustubayeva A.M., Matthews G. (2014) Use of EEG workload indices for diagnostic monitoring of vigilance decrement. *Human Factors.* 56(6), P. 1136–1149.
- Tolegenova A.A., Kustubayeva A.M., Matthews G. (2014) Trait Meta-Mood, gender and EEG response during emotion-regulation. *Personality and Individual Differences.* 65, P. 75–80.

- Kustubayeva A.M., Tolegenova A.A., Matthews G. (2013) EEG-brain activity during emotion regulation: suppression and reappraisal. *Psichologiceskij zurnal*. 34(3), P. 51-61
- Soroko S.I., Sidorenko G.V. (1993) EEG-markery nervno-psikhicheskikh narusheniĭ i omp'yuternaya diagnostika [EEG markers of neuropsychiatric disorders and computer diagnostics]. S.I. Soroko, G.V. Sidorenko. Bishkek: Ilim. 168 p.
- Kumari V., Mitterschiffthaler M.T., Teasdale J.D. (2003). Neural abnormalities during cognitive generation of affect in treatment resistant depression. *Biological Psychiatry* 54, P. 777–791
- Smoski, M.J., Felder, J., Bizzell, J., Green, S.R., Ernst, M., Lynch, T.R., Dichter, G.S. (2009). fMRI of alterations in reward selection, anticipation, and feedback in major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders* 118, P. 69–78.
- Beauregard, M., Paquette, V., Levesque, J., (2006) Dysfunction in the neural circuitry of emotional self-regulation in major depressive disorder. *Neuroreport*, 17, P.843-846.
- Hurst H.E. (1951) Long-term storage capacity of reservoirs. *Transactions of American Society of Civil Engineers*, P. 116 – 770.
- Kustubayeva A.M., Huang Zheng, Jianbo Gao, James Eliassen, Erik Nelson (2017) Brain complexity changes during stress task in patients with major depressive disorder. *Biological Psychiatry*. 81 (10s). 195 p.
- Hamani C., Mayberg H., Stone S., Laxton A., Haber S., Lozano A.M. (2011) The subcallosal cingulate gyrus in the context of major depression. *Biological Psychiatry*. (15 February), 69 (4), P. 301–309.
- Mayberg H.S. (2003) Modulating dysfunctional limbic-cortical circuits in depression: Towards development of brain-based algorithms for diagnosis and optimised treatment. *British Medical Bulletin*. 65, P. 193–207.
- Mayberg H.S. (1997) Limbic-cortical dysregulation: A proposed model of depression // *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*. 9, P. 471–481.