

*На правах рукописи*



---

**СТОЛЕТНИЙ Александр Сергеевич**

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПРЕДИКТОРЫ ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ  
В УСЛОВИЯХ БОС-ТРЕНИНГА**

**19.00.02 – психофизиология  
(психологические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата психологических наук

**Ростов-на-Дону  
2017**

**Работа выполнена в Южном федеральном университете**

**Научный руководитель –** доктор биологических наук, профессор  
**Кирой Валерий Николаевич**

**Официальные оппоненты:** **Полевая Софья Александровна**  
доктор биологических наук, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, факультет социальных наук, кафедра психофизиологии, заведующий;

**Исайчев Сергей Александрович**  
кандидат психологических наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова факультет психологии, кафедра психофизиологии, доцент

**Ведущая организация –** **Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского (Симферополь)**

Защита состоится 10 июня 2017 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.208.04, созданного на базе ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» по адресу: 344038, г. Ростов-на-Дону, пр. М. Нагибина 13, ауд. 222.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Южной федерального университета по адресу: [www.library.sfedu.ru](http://www.library.sfedu.ru)

Автореферат разослан 10 мая 2017 года.

**Ученый секретарь  
диссертационного совета**



**Звездина  
Галина Павловна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Влияние свойств личности на эффективность управления различными параметрами организма с использованием технологии биологической обратной связи (БОС) является одной из актуальных проблем, в частности, для разработки сценариев обучения пользователей систем в технологии интерфейса мозг-компьютер (ИМК). Данное диссертационное исследование посвящено изучению психофизиологических и психологических предикторов эффективности произвольной регуляции человеком параметров биоэлектрической активности собственного мозга в условиях БОС-тренинга.

**Состояние научной разработанности проблемы.** Метод ЭЭГ-БОС (neurofeedback, нейробиоуправление) – вид биоуправления, в контуре обратной связи которого, используемом обучаемым с целью управления собственным состоянием и активностью мозга, применяются показатели электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Известно, что характеристики ЭЭГ определяются целым рядом генетических, возрастных, средовых факторов; существенно зависят от функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС), характера и интенсивности реализуемой перцептивной и когнитивной деятельности (Е.В. Воробьева; В.Н. Кирой, П.Н. Ермаков; В.Н. Кирой, Е.В. Асланян и др.). Показано, что БОС не только позволяет оценивать, контролировать и корректировать состояние условно здорового человека, но и используется как реабилитационная или терапевтическая процедура при ряде функциональных расстройств и даже патологических состояниях (соматических и нервно-психических) (С.И. Сороко, В.В. Трубачев). Тем не менее, в настоящее время практически отсутствуют сведения о влиянии индивидуальных психологических и психофизиологических характеристик личности на эффективность обучения в контуре ЭЭГ-БОС.

Несмотря на то, что метод ЭЭГ-БОС успешно развивается уже на протяжении более чем 40 лет, однозначной оценки вклада свойств личности в успешность БОС-тренировки нет. В разные годы множеством авторов в качестве предикторов рассматривались такие характеристики, как уровень тревожности, показатели тестов Г. Айзенка, ММРІ, Р. Кэттела и других методик (Е.В. Асланян и др.; Н. Yamaguchi; Т. Boynton; I. Konareva; M. Witte et al.). Несмотря на это, не было выделено точных предикторов успешности произвольной регуляции, оценка вклада индивидуально-типологических характеристик и их влияния на БОС-обучение оказывалась противоречивой, причем зачастую даже при использовании одних и тех же методик. Помимо этого, многочисленные исследования по данной тематике показали, что способность к обучению эффективной произвольной регуляции с использованием БОС может определяться множеством факторов: мотивацией (N. Birbaumer et al.), тренировкой (J. Perelmouter, N. Birbaumer), функциональным состоянием (D. Model et al.; N. Ince et al.; J. Yoon et al.) и некоторыми индивидуальными особенностями (С. Neuper et al.). К этому следует добавить, что довольно большой процент людей (от 30 до 50% респондентов) не в состоянии обучиться произвольному контролю параметров собственной ЭЭГ (А.Я. Каплан; А.С. Горев, Е.Н. Панова;

А.И. Федотчев; Н. Rasey et al.). Однозначного объяснения данного факта до сих пор нет.

Таким образом, вопрос о влиянии психофизиологических и психологических характеристик личности на эффективность произвольной регуляции с использованием технологии БОС по-прежнему остается актуальным.

**Цель исследования** состояла в изучении влияния индивидуальных психофизиологических и психологических характеристик на эффективность произвольной регуляции различных параметров биоэлектрической активности мозга в условиях БОС.

**Объект исследования** – испытуемые-добровольцы, давшие письменное согласие на участие в ЭЭГ-БОС обследованиях.

**Предмет исследования** – психофизиологические и психологические предикторы эффективности произвольной регуляции активности мозга в условиях ЭЭГ-БОС тренинга.

#### **Гипотезы исследования.**

1. Психофизиологические и психологические свойства личности могут влиять на эффективность произвольной регуляции параметров ЭЭГ в условиях БОС-тренинга.

2. В ходе одного БОС-тренинга возможно эффективное обучение произвольной регуляции по разным параметрам ЭЭГ, регистрируемой в передних, центральных и задних областях коры мозга.

3. Психофизиологические и психологические свойства личности, такие как переключаемость, устойчивость внимания, психотизм, экстраверсия, нейротизм, свойства нервной системы, личностная тревожность, могут выступать как предикторы степени эффективности обучения произвольной регуляции ЭЭГ-активности в условиях БОС-тренинга.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих теоретических, методических и экспериментальных **задач исследования:**

#### ***Теоретические***

1. Провести анализ литературы по проблеме влияния индивидуальных психологических и психофизиологических свойств личности на эффективность произвольной регуляции в контуре БОС.

2. Обобщить представленные в литературе сведения о связи различных индивидуальных психофизиологических и психологических качеств с эффективностью БОС-обучения.

#### ***Методические***

3. Определить методический инструментарий исследования: выбрать, адаптировать и апробировать методы, адекватные поставленным задачам.

4. Подготовить стимульный материал для исследования.

5. Разработать дизайн эффективных сценариев ЭЭГ-БОС тренингов.

#### ***Экспериментальные***

6. Провести психодиагностическое тестирование испытуемых с помощью батареи тестов-опросников.

7. Провести эмпирическую сессию произвольной регуляции с применением БОС.

8. Построить модели множественной регрессии по результатам произвольной регуляции в контуре ЭЭГ-БОС.

9. Оценить вклад психофизиологических и психологических предикторов в показатель эффективности произвольной регуляции по ЭЭГ-БОС.

**Теоретико-методологическими предпосылками исследования** выступили работы отечественных и зарубежных авторов по теоретическим и экспериментальным основам биологической обратной связи (П.К. Анохин, С.И. Соколо, В.В. Трубачев, J. Kamiya, M.B. Serman, J.R. Evans, A. Abarbanel, T.H. Budzynski), основам психофизиологии (Ю.И. Александров, Н.Н. Данилова, J.T. Cascioppo), современным представлениям о электроэнцефалографии (В.Н. Кирой, Ю.Д. Кропотов, J.A. Chambers, W. Tatum, S. Sanei) и психодиагностике (А.Г. Шмелев, Л.Ф. Бурлачук).

**Методы и методики исследования.** Для решения поставленных экспериментальных задач в качестве основных методов были использованы:

1. Метод психодиагностического тестирования.

2. Метод регистрации ЭЭГ.

3. Метод обучения произвольной регуляции параметров ЭЭГ с помощью БОС-тренинга.

4. Метод моделирования с помощью множественной линейной регрессии.

К вспомогательным методам, применявшимся при решении вышеозначенных задач, относятся методы математико-статистической оценки параметров регрессии и выявления относительной роли предикторов в множественной регрессионной модели.

Психодиагностическое тестирование осуществлялось с помощью тестов-опросников Г. Айзенка, Я. Стреляу, Ч.Д. Спилбергера – Ю.Л. Ханина и корректурной пробы Б. Бурдона.

ЭЭГ-БОС тренировки разрабатывались и проводились с использованием электроэнцефалографа «Энцефалан 131-03» и программного обеспечения для БОС «Реакор» фирмы «Медиком МТД», г. Таганрог.

При обработке результатов ЭЭГ-БОС применялась программа «WinEEG», разработанная фирмой «Мицар», г. Санкт-Петербург. Статистическая обработка данных проводилась в программном комплексе для статистической и математической обработки Statistica 10 Enterprise; множественное регрессионное моделирование было выполнено средствами R – языка программирования, ориентированного на решение задач статистической обработки данных.

**Достоверность и обоснованность результатов исследования** обеспечивались методологической обоснованностью замысла исследования, использованием подходящих экспериментальных методов в соответствии с современными представлениями о психологической диагностике и методах биологической обратной связи, стандартами современной электроэнцефалографии, достаточным объемом экспериментальной выборки, применением современных ма-

тематических процедур обработки данных и анализа результатов, адекватных типу экспериментального материала и проверяемым гипотезам.

**Основные научные результаты, полученные лично автором, и их научная новизна.** Впервые выявлены сочетания психофизиологических и психологических свойств, которые влияют на эффективность обучения произвольной регуляции в условиях ЭЭГ-БОС тренинга. Показано, что различные сочетания свойств личности оказывают влияние на эффективность обучения по разным сценариям ЭЭГ-БОС, основанным на некоторых параметрах ЭЭГ. Также показано, что испытуемые способны быстро и успешно переключиться с управления одним параметром на регуляцию другого. Показана принципиальная возможность тренировки различных параметров биоэлектрической активности мозга в ходе одного сеанса ЭЭГ-БОС.

**Теоретическая значимость исследования.** Теоретическая значимость исследования определяется его вкладом в понимание роли психофизиологических и психологических свойств, которые оказывают значимое влияние на эффективность обучения произвольной регуляции по ЭЭГ-БОС. Полученные результаты доказывают принципиальную возможность эффективного обучения управлению различными параметрами ЭЭГ в ходе одного сеанса БОС. Методическая значимость состоит в разработке оригинального стимульного материала для проведения последовательного БОС-обучения по разным контролируемым параметрам.

**Практическая значимость исследования.** Полученные в исследовании результаты и сформулированные на их основе выводы могут быть полезны для подбора и создания протоколов обучения произвольной регуляции по ЭЭГ-БОС, индивидуализированных с учетом психологических и психофизиологических качеств клиента. Это дает возможность предварительно прогнозировать возможные результаты БОС, а также подбирать контролируемые параметры, наиболее эффективные в плане достижения положительного результата обучения произвольной регуляции с помощью ЭЭГ-БОС тренинга. Полученные сведения могут использоваться при отборе кандидатов для работы в системах, использующих интерфейс мозг-компьютер, где в качестве управляющих команд используются параметры биоэлектрической активности мозга, а также для обучения операторов биотехнических систем и в условиях терапии различных нарушений.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Психофизиологические и психологические свойства личности влияют на эффективность произвольной регуляции различных параметров ЭЭГ в условиях БОС-тренинга.

2. В ходе одного БОС-тренинга человек способен эффективно обучаться произвольной регуляции различных, зачастую разнонаправленных, параметров ЭЭГ, оперативно переключаться с управления одним на регуляцию другого параметра. При этом ЭЭГ-БОС обучение по разным сценариям протекает с различной динамикой и эффективностью.

3. Эффективность произвольной регуляции параметров ЭЭГ определяется различными сочетаниями таких психофизиологических и психологических свойств личности, как переключаемость внимания, психотизм, экстраверсия, нейротизм, сила торможения и подвижность нервной системы, личностная тревожность. Эти свойства могут рассматриваться как предикторы эффективного обучения с использованием ЭЭГ-БОС тренинга.

**Апробация работы и внедрение результатов исследования.** Основные результаты исследования обсуждались на заседаниях лаборатории нейрофизиологических механизмов психической деятельности НИИ Нейрокибернетики им. А.Б. Когана (Ростов-на-Дону, 2012-2013) и на заседаниях кафедры психофизиологии и клинической психологии Академии психологии и педагогики Южного федерального университета (Ростов-на-Дону, 2014-2016). Материалы диссертационного исследования были представлены на: Международной научной конференции «Ананьевские чтения-2016. Психология – вчера, сегодня, завтра» (Санкт-Петербург, 2016); Международном междисциплинарном конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии» (Судак, Крым, 2014, 2015); Всероссийской научной конференции «Фундаментальные проблемы нейронаук: функциональная асимметрия, нейропластичность и нейродегенерация» (Москва, 2014); конференции аспирантов Академии психологии и педагогики в рамках «Недели науки ЮФУ» (Ростов-на-Дону, 2015).

Работа выполнена в лаборатории нейрофизиологических механизмов психической деятельности НИИ Нейрокибернетики им. А.Б. Когана Южного федерального университета в рамках гранта РГНФ (№ 12-06-00034) и на кафедре психофизиологии и клинической психологии Академии психологии и педагогики Южного федерального университета в рамках государственного задания Минобрнауки РФ (проект № 2141).

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе Южного федерального университета (Ростов-на-Дону), реабилитационной работе Бюро медико-социальной экспертизы № 18 (Ростов-на-Дону), терапевтической деятельности ГБУ РО Наркологического диспансера (Ростов-на-Дону).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 9 работ общим авторским объемом 3,2 п.л., в том числе 3 работы – в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения; трех глав; заключения, содержащего выводы, практические рекомендации и перспективы дальнейшей разработки проблемы; списка литературы, содержащего 246 источников, из них 193 – на иностранных языках. Диссертация включает 13 Рисунков, 7 Таблиц и 1 Приложение. Объем основного текста составляет 129 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** обоснована актуальность выбранной темы; представлено описание состояния научной разработанности проблемы; определены цель, объект, предмет, задачи; сформулированы гипотезы диссертационного исследования. Раскрыты методологические и теоретические предпосылки работы, обоснованы научная новизна исследования и его теоретическая, методическая и практическая значимость. Сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации и внедрении результатов диссертационного исследования.

В *первой главе* «Произвольная регуляция параметров ЭЭГ в контуре биологической обратной связи» раскрыты теоретические и методические основы технологии биологической обратной связи, описаны параметры ЭЭГ, применяемые в контуре БОС, факторы, влияющие на эффективность ЭЭГ-БОС тренинга, освещена сфера практического применения нейробиоуправления.

Описываются представления о биологической обратной связи в физиологических системах (П.К. Анохин), история применения метода БОС, проблемы внедрения метода в широкую практику (С.И. Сороко, В.В. Трубачев), раскрывается противоречивость имеющихся на данный момент сведений о влиянии психологических и психофизиологических качеств личности на эффективность процедуры нейробиоуправления. Излагается суть метода биологической обратной связи по электроэнцефалограмме (ЭЭГ-БОС), его история (J. Kamiya et al.; T. Mulholland; J. Lubar et al., D. Vernon et al.; N. Birbaumer et al.), приводятся сведения о научном базисе представлений об обратной связи и саморегуляции систем организма (Н.П. Бехтерева, E.R. Jonh; M. Sterman; E. Kandel; D.C. Hammond; P. Balsam, R. Gallistel; A.W. Keizer et al.; и др.). Также приводится описание основных ритмов ЭЭГ и их функциональное значение.

Рассмотрены основные параметры обратной связи в контуре ЭЭГ-БОС на современном этапе развития метода. Описываются тренировки по регуляции тета- (J. Beatty; N. Birbaumer; E. Green; W. Yasumo; D. Vernon; M. Reiner), альфа- (J. Kamiya, J. Hardt; B. Brown; D. Vernon; J. Frederick; M. Dekker; W. Klimesh et al., и др.), бета- (H. Rasey, T. Egner; J. Gruzelier et al., D. Vernon et al.; A. Greenberg et al.), гамма- (A. Keizer; S. Staunfenbiel; N. Salari) ритмов, сценарии с использованием показателей LORETA (R. Cannon), БОС-тренинги по вызванным потенциалам (P. Rudell, J. Rosenfeld; W. Finley) и медленным корковым потенциалам коры мозга (N. Birbaumer; T. Elbert).

Описаны факторы, влияющие на эффективность произвольной регуляции в условиях ЭЭГ-БОС обучения. Приведены сведения о большом количестве людей – до 30% населения – не способных к управлению параметрами ЭЭГ (J. Evans; H. Rasey et al.). Рассмотрены данные о том, что способность к произвольной регуляции определяется мотивацией (N. Birbaumer), тренировкой (J. Perelmouter, N. Birbaumer), индивидуальными колебания настроения и функционального состояния (С.И. Сороко, В.В. Трубачев) и инструкцией (О.Ю. Лазарева, О.М. Базанова). Приведены результаты исследования регуляции альфа-

ритма с помощью звуковой БОС, в котором было показано отсутствие групповых различий по показателям теста Г. Айзенка (H. Zeier, M. Graf). Описаны данные о взаимосвязи тренировки альфа-ритма ЭЭГ и выраженности таких черт личности, как экстраверсия и нейротизм (Б.В. Чернышев с соавт.; Е.С. Осокина с соавт.; Н.В. Рогожина; Н. Yamaguchi). Показана взаимосвязь способности эффективно подавлять альфа-активность с низкими показателями тревожности у испытуемых (R. Valle, D. DeGood). Приведены сведения о влиянии высокого уровня креативности на успешность регуляции альфа-ритма (С. Martindale et al.). Описаны данные о влиянии типа темперамента на эффективность тренировки усиления альфа-ритма в затылочных областях (Н.В. Рогожина). Показано, что люди с выраженной склонностью к самоанализу и низкой авторитарностью способны к более эффективной тренировке альфа-активности, чем люди с низкой интроспекцией и высокой авторитарностью (S. Ancoli, K. Green). Проанализировано влияние личностных черт, которые оценивались с помощью опросника Р. Кеттела, на единичную БОС-тренировку различных диапазонов ЭЭГ (I. Konareva). Показано влияние высокого уровня субъективного контроля на результаты ЭЭГ-БОС тренинга по сенсомоторному ритму ЭЭГ (M. Witte et al.).

Приведены сведения о психофизиологических факторах, влияющих на эффективность ЭЭГ-БОС тренинга, таких как доминирующая частота ЭЭГ (О.Ю. Лазарева, О.М. Базанова), сопровождающие состояние тревожности паттерны биоэлектрической активности мозга (J. Price, T. Budzynski; N. White et al.), вегетативная лабильность и уровень неспецифической активации коры (А.С. Горев, Е.Н. Панова), нейродинамическая пластичность (С.И. Сороко с соавт.), свойства нервных процессов (Е.В. Асланян с соавт.; Н.В. Рогожина), профиль латеральной организации (М.Ю. Ярец с соавт.)

Описано прикладное использование нейробиоуправления в клинической практике. Указывается, что важнейшей областью применения ЭЭГ-БОС тренинга является терапия синдрома дефицита внимания с гиперактивностью (А. Тамбиев; J. Lubar et al.; M. Tansey; M. Linden, J. Nash; V. Monastra, L. Thompson; V. Meisel и др.). Помимо этого, приведены сведения о результатах практического использования ЭЭГ-БОС при лечении мозговых нарушений (J. Wang; D. Hammond; K. Thornton и др.), терапии синдрома Аспергера и аутизма (J. Pineda; M. Kouijzer; R. Coben; L. Thompson), эпилепсии (N. Birnbauer, M. Sterman; G. Tan; J. Walker и др.) тревожного (T. Egner, J. Gruzelier; J. Raymond; B. Kleber, J. Leach) и посттравматического стрессового расстройства (E. Peniston; P. Kulkosky). Изложены результаты исследований методики БОС-регуляции медленных корковых потенциалов коры мозга для лечения эпилепсии (B. Kotchoubey, U. Strehl).

Констатировано, что проблема оценки влияния психологических и психофизиологических характеристик на эффективность ЭЭГ-БОС тренинга далека от своего полного разрешения. Несмотря на существование ряда исследовательских работ по предикторам эффективности ЭЭГ-БОС обучения, сведения о взаимосвязи индивидуально-типологических свойств личности и успешности нейробиоуправления зачастую противоречивы. Разрешение данной проблемы

имеет важное значение для практического применения ЭЭГ-БОС в терапевтической практике, научных исследованиях и разработке биотехнических систем, использующих интерфейс мозг-компьютер. Перечислены основные предикторы, которые могут оказывать значимое влияние на эффективность произвольной регуляции в контуре ЭЭГ-БОС.

Во *второй главе* «Экспериментальное исследование психофизиологических и психологических предикторов произвольной регуляции различных параметров ЭЭГ в условиях ЭЭГ-БОС тренинга» изложена методика эмпирического исследования, описаны статистические и математические методы, использованные для обработки, анализа и интерпретации результатов.

В данной главе обозначена цель исследования, представлены его задачи, описаны методы, к числу которых относятся: психодиагностическое тестирование, метод произвольной регуляции параметров ЭЭГ с помощью биологической обратной связи, моделирование с применением множественной линейной регрессии.

Дана характеристика выборки, в состав которой вошли 17 человек (13 девушек и 4 юноши) в возрасте от 18 до 25 лет, студенты Южного федерального университета. Все испытуемые не имели отклонений по состоянию здоровья, и дали добровольное письменное согласие на участие в эксперименте.

Описана процедура проведения эмпирического исследования, состоявшего из трех этапов.

На *первом этапе* было проведено психодиагностическое тестирование, направленное на оценку выраженности некоторых психофизиологических и психологических качеств личности испытуемых. Для выполнения данной задачи были использованы следующие методики:

– *личностный опросник EPQ Г. Айзенка* – тест-опросник, с помощью которого оценивалась степень выраженности экстраверсии, нейротизма и психотизма;

– *методика диагностики темперамента Я. Стреляу* – была применена для оценки трех основных характеристик нервной системы: силы процессов возбуждения, силы процессов торможения и подвижности нервных процессов;

– *шкала тревожности Ч. Спилбергера* – использовалась для оценки выраженности личностной тревожности как устойчивой индивидуальной характеристики личности;

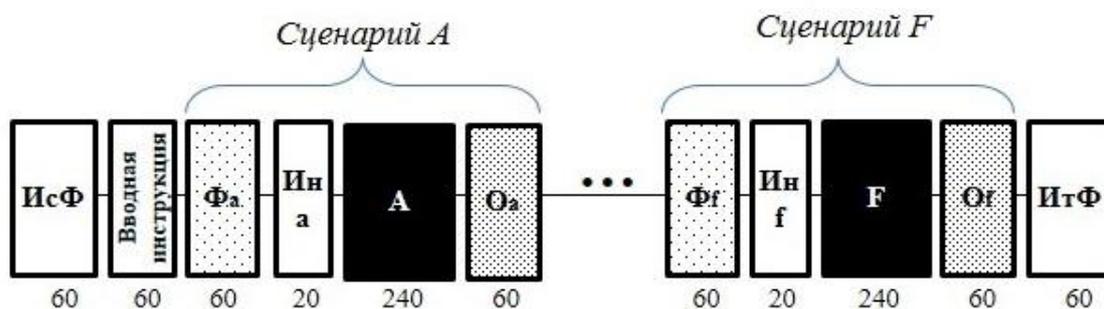
– *корректирующая проба Б. Бурдона* – применялась для оценки устойчивости и переключаемости внимания.

На *втором этапе* каждый испытуемый прошел сессию обучения произвольной регуляции различных параметров ЭЭГ в контуре БОС-тренинга.

Описано оборудование, на котором выполнялись эксперименты, схема регистрации ЭЭГ. Для проведения ЭЭГ-БОС тренинга использовались электроэнцефалограф-анализатор «Энцефалан 131-03» и программа «Реакор» фирмы Медиком МТД (г. Таганрог, Россия). На протяжении всех сеансов нейробиопрограммы ЭЭГ регистрировалась по 14 отведениям (F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2), монополярно.

Охарактеризованы условия и ход экспериментального исследования. Испытуемые располагались в затемненной комнате, в кресле, в удобной позе. Обратная связь предоставлялась в виде цветного изображения, частично закрытого черными квадратами, и сопутствующего музыкального сопровождения слабой интенсивности. Задача испытуемого состояла в том, чтобы очистить картинку от зашумления и усилить громкость сопровождающей изображение музыки, изменяя в нужном направлении контролируемый параметр (КП). Участникам предлагалось ориентироваться на любую модальность сенсорной обратной связи, либо на их сочетание. Для поддержания необходимого уровня заинтересованности и внимания для обратной связи в разных сценариях использовались разные изображения и музыкальные композиции. Эксперименты проводились утром, как правило, в одно и то же время.

Описаны дизайн БОС-тренинга и ход эксперимента. Сеанс произвольной регуляции с использованием БОС состоял из 6 сценариев, последовательно идущих один за другим, и имел типовую структуру. Каждый сценарий БОС, в свою очередь, состоял из четырех этапов: фон перед тренингом, инструкция, тренинг – собственно управление КП, этап отдыха. Длительность фонового этапа составляла 1 минуту, инструкции – 20 секунд, сценария ЭЭГ-БОС – 4 минуты, отдыха – 1 минуту [Рисунок 1].



**Рисунок 1.** Схема сеанса ЭЭГ-БОС

**Условные обозначения:** вверху – наименование сценария БОС, внизу – длительность этапов. Этапы: ИсФ – исходный фон; Фа/Фf – предварительный фон перед тренингом A/F; Ин а/Инf – инструкция перед тренингом A/F; А/F – сценарий БОС; Оа/Of – этап отдыха после сценария A/F; ИтФ – итоговый фон в конце сеанса

Во время фонового этапа происходил расчет базового значения КП, которое соответствовало стартовому зашумлению изображения и являлось отправной точкой для дальнейшей тренировки параметра ЭЭГ в самом тренинге. В инструкции испытуемому предлагались варианты мыслительных операций, потенциально способных помочь в достижении нужного результата обучения. На этапе тренинга происходило обучение произвольной регуляции параметров ЭЭГ. Этап отдыха был введен для того, чтобы стабилизировать активность ЭЭГ перед тренировкой следующего КП. В целом, сеанс ЭЭГ-БОС тренинга длился примерно 42 минуты. Каждый испытуемый прошел сессию из 12 сеансов ней-

робиоуправления в течение 3-х недель. Участие в исследовании оплачивалось, что обеспечивало высокую мотивацию участников к достижению результата.

При проведении БОС-обучения произвольной регуляции параметров ЭЭГ использовались 6 сценариев, которые во время одного сеанса следовали друг за другом в одной и той же последовательности. Сценарии различались контролируемыми параметрами и характером их изменений. Контролируемые параметры БОС-тренингов были следующими:

– сценарий А – снижение альфа-индекса в отведениях P3 и P4 по формуле  $KП = \alpha (\downarrow) P3+P4$ ;

– сценарий В – увеличение бета-2 индекса в отведениях F3 и F7 по формуле  $KП = \beta-2 (\uparrow) F3+F7$ ;

– сценарий С – увеличение альфа-индекса в отведениях C3 и C4 по формуле  $KП = \alpha (\uparrow) C3-C4$ ;

– сценарий D – снижение бета-2 индекса в отведениях F3 и F4 по формуле  $KП = \beta-2 (\downarrow) F3+F4$ ;

– сценарий E – увеличение альфа-индекса в отведениях C3 и C4 по формуле  $KП = \alpha (\uparrow) C4-C3$ ;

– сценарий F – увеличение бета-2 индекса в отведениях F4 и F8 по формуле  $KП = \beta-2(\uparrow) F4+F8$ ;

Вводная инструкция и инструкции непосредственно для каждого из 6 сценариев были составлены так, чтобы описать суть БОС-тренировки и предложить испытуемым определенные мыслительные операции, которые могли помочь им достичь успеха в обучении произвольной регуляции параметров ЭЭГ. По окончании сеанса испытуемые давали краткий самоотчет о проделанной работе, в котором описывали свое самочувствие и оценивали сложность выполнения того или иного сценария БОС.

На *третьем этапе* было проведено моделирование с применением метода множественной линейной регрессии, с помощью которого оценивалось влияние нескольких независимых переменных (психофизиологических и психологических свойств личности) на зависимую (коэффициент регрессии для показателей эффективности ЭЭГ-БОС обучения по каждому сценарию). Были получены множественные регрессионные модели, включившие в себя некоторые психофизиологические и психологические свойства, измеренные на психодиагностическом этапе. Упомянутые свойства выступили в роли предикторы эффективности обучения произвольной регуляции в контуре ЭЭГ-БОС. Была дана оценка относительной важности предикторов, включенных в ту или иную регрессионную модель.

Изложена процедура обработки и анализа результатов обучения произвольной регуляции с применением ЭЭГ-БОС. Обработка записей ЭЭГ-БОС проводилась в программе «WinEEG» производства фирмы «Мицар», г. Санкт-Петербург. На первом этапе нативная электроэнцефалограмма очищалась от артефактов. После очистки записей от артефактов был проведен анализ индексов целевых ритмов ЭЭГ на этапах фона и тренинга для каждого сценария БОС. Для выявления факта обучения полученные значения контролируемых пара-

метров (согласно формулам для КП сценариев, представленных выше) на этапах тренинга и фона перед тренингом по каждому сценарию, усредненные по всей выборке, сравнивались с помощью парного критерия Вилкоксона для зависимых выборок. Наличие статистически значимых отличий констатировало, что обучение произвольной регуляции параметров ЭЭГ имело место при выполнении того или иного сценария. Оценка успешности нейробиоуправления проводилась следующим образом. Показатели эффективности обучения в отдельном сеансе БОС для каждого сценария рассчитывались как отношение значения контролируемого параметра на этапах тренинга ( $A-F$ ) и фона перед тренингом ( $F_a-F_f$ ) [Рисунок 1]. Полученные значения позволили построить кривую обучения, отражавшую динамику показателя эффективности в ходе всего сеанса БОС-тренинга. В свою очередь, упомянутые кривые по каждому сценарию для каждого испытуемого были проанализированы с помощью линейной регрессии. Коэффициент регрессии, полученный таким образом, являлся показателем эффективности БОС-тренинга у конкретного испытуемого. В дальнейшем этот показатель был использован при моделировании с применением множественной линейной регрессии.

Охарактеризована процедура моделирования при помощи метода множественной линейной регрессии с целью определения психофизиологических и психологических предикторов эффективности ЭЭГ-БОС обучения по разным контролируемым параметрам. В качестве независимых переменных для моделей множественной регрессии выступали значения психологических и психофизиологических характеристик испытуемых, полученные в ходе психодиагностического этапа эксперимента. В качестве зависимой – значения коэффициента линейной регрессии кривой обучения по каждому сценарию ЭЭГ-БОС каждого испытуемого. Полученная первоначальная множественная регрессионная модель проходила пошаговую оптимизацию с помощью Байесовского информационного критерия (BIC). Итоговая модель анализировалась: по значимости ( $p$ -value), коэффициенту детерминации (multiple  $r$ -squared), и статистической значимости тех психологических и психофизиологических предикторов, которые в нее вошли. Коэффициент детерминации – это доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая полученной моделью и включенными в нее предикторами. В нашем случае такими предикторами являлись психологические и психофизиологические свойства личности.

Точный вклад каждого предиктора в коэффициент детерминации модели был определен с помощью алгоритма `lm` из набора функций `Relaimp` для языка R (`U. Gromping`). Данный шаг позволило получить точную оценку влияния некоторых психофизиологических или психологических свойств личности на эффективность произвольной регуляции в контуре ЭЭГ-БОС.

Статистическая обработка данных проводилась средствами Excel из пакета программ Microsoft Office 2016 с дополнительным набором функций «Анализ данных», в программном комплексе для статистико-математической обработки Statistica 10 Enterprise. Моделирование было выполнено с помощью R – языка программирования для статистической обработки данных.

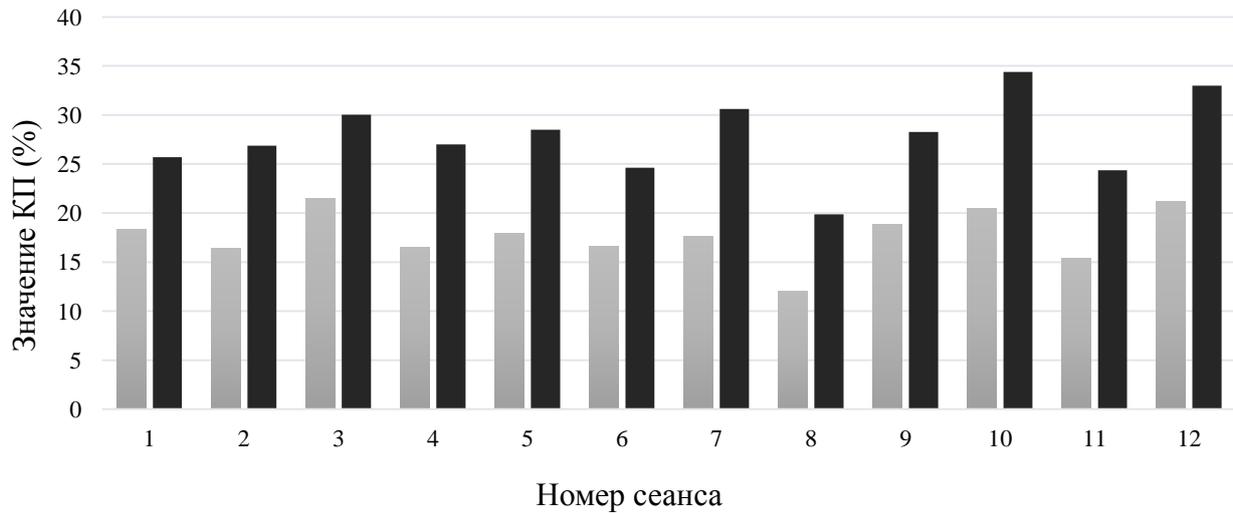
В *третьей главе «Результаты экспериментального исследования»* представлены результаты психодиагностического тестирования, проанализирована эффективность обучения произвольной регуляции различных параметров ЭЭГ с помощью БОС, рассмотрены результаты множественного регрессионного моделирования.

Описаны результаты психодиагностического тестирования, направленного на оценку психофизиологических и психологических свойств личности у участников исследования. Показано, что полученные значения укладываются в нормативные показатели по примененным методикам.

Изложены результаты обучения произвольной регуляции разных параметров ЭЭГ в контуре БОС по каждому сценарию и оценка степени его эффективности.

1) Описаны результаты БОС-обучения по сценарию А. Сравнение средних значений КП на этапах тренинга и фона перед тренингом с помощью теста Вилкоксона показало достоверные отличия между ними при  $p < 0,01$  ( $Z = 3,06$ ), что говорит о наличии обучения по данному сценарию. Расчеты эффективности обучения показали, что участникам эксперимента удавалось снизить альфа-индекс в теменных областях в среднем на 16,4 % – это шестой, самый низкий показатель эффективности по итогам эксперимента. По самоотчетам испытуемых данный тренинг считался ими самым трудным для выполнения.

2) Приведены результаты БОС-обучения по сценарию В. Парный тест Вилкоксона выявил статистически значимые различия между усредненными значениями КП, рассчитанных для этапов тренинга и фона при  $p < 0,01$  ( $Z = 3,95$ ). Этот факт доказал наличие обучения по сценарию В. Средняя эффективность по данному тренингу составила 56 %, это второй по показателю эффективности обучения сценарий БОС. Показано, что на протяжении всего курса ЭЭГ-БОС испытуемым стабильно удавалось увеличивать индекс бета-2 ритма в среднем в полтора раза [Рисунок 2]. Судя по самоотчетам участников, ЭЭГ-БОС обучение в тренинге В в целом не требовало значительных усилий, так как концентрация на изображении и музыкальном фрагменте, или выполнение простой мыслительной задачи не вызывали особых трудностей у испытуемых.



**Рисунок 2. Графическое изображение средних значений КП в фоне перед тренингами (серые столбики) и непосредственно в условиях тренингов (черные столбики) по сценарию В для всей выборки испытуемых**

**Условные обозначения:** Внизу – номер сеанса, слева – значение КП (суммарный индекс бета-2 ритма ЭЭГ в отведениях F3 и F7, в %)

3) Описаны результаты БОС-обучения по сценарию С. По результатам применения парного теста Вилкоксона были показаны статистически значимые различия между показателями КП на фоновых этапах и на этапах тренинга. Уровень значимости составил  $p < 0,01$  ( $Z = 4,12$ ). Из этого следовало, что обучение по данному сценарию также имело место в ходе ЭЭГ-БОС тренинга. Средний показатель эффективности обучения по всей выборке испытуемых составил 116 %. Это говорит о том, что испытуемым успешно удавалось повышать индекс альфа-ритма по заданному критерию более чем в два раза. Участники описывали данный сценарий с точки зрения субъективного восприятия как умеренный по сложности.

4) Приводятся результаты БОС-обучения по сценарию D. Тест Вилкоксона для фоновых и тренинговых этапов сценария D показал значимые отличия между ними на уровне  $p < 0,01$  ( $Z = -4,13$ ). Отмечено, что обучение имело место по данному сценарию. Средняя эффективность БОС-тренировки по сценарию D составила 24 %. Это пятый по данному показателю тренинг. Участникам эксперимента удавалось в ходе тренировки снижать суммарный индекс бета-2 ритма в передних областях коры в среднем на 24 %. По самоотчетам испытуемых этот сценарий был наиболее легким для реализации, так как для его выполнения требовалось постараться расслабиться и успокоиться.

5) Описаны результаты БОС-обучения по сценарию E. По результатам применения парного теста Вилкоксона были выявлены статистически значимые отличия между показателями КП на фоновых этапах и на этапах тренинга. Уровень значимости составил  $p < 0,02$  ( $Z = 2,22$ ). Показано, что обучение по данному сценарию имело место в ходе сессии БОС, и испытуемые успешно увеличивали альфа-индекс согласно условиям сценария. Анализ средней эффектив-

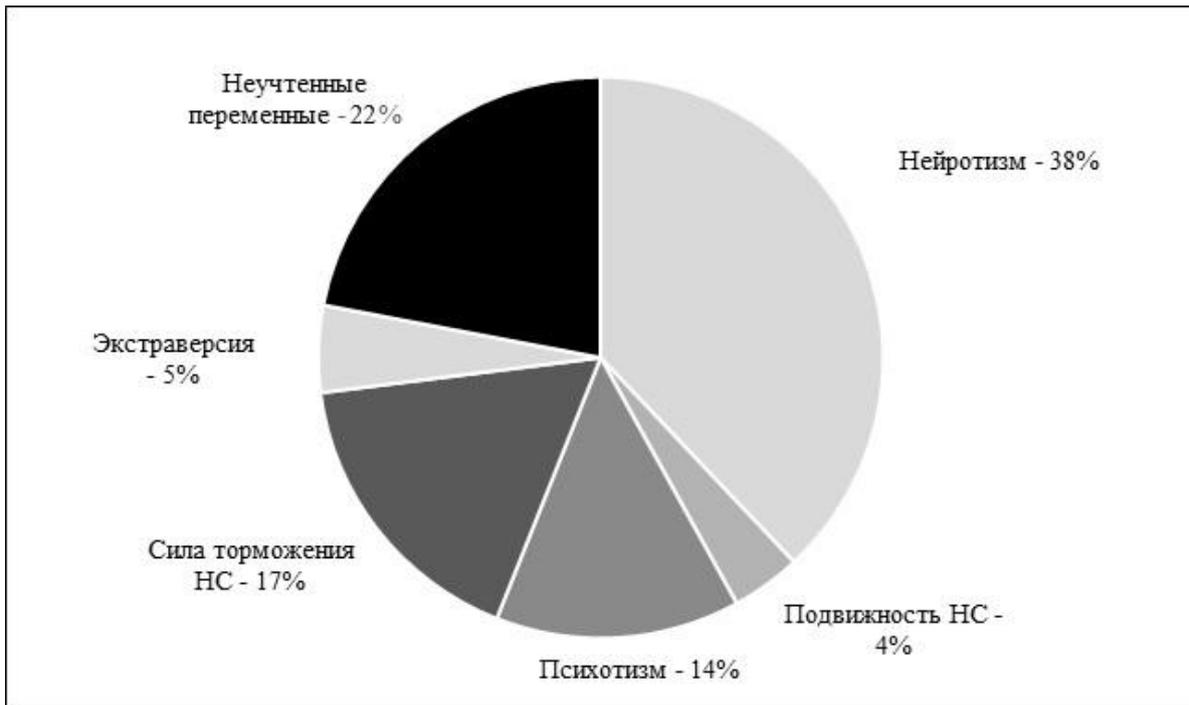
ности обучения по выборке показал, что таковая по сценарию Е равняется 39 %. Это третий по успешности выполнения ЭЭГ-БОС сценарий в эксперименте. По итогам эксперимента, испытуемым удавалось увеличивать альфа-индекс в центральных областях коры на 39 % в среднем, по сравнению с этим показателем на фоновых этапах БОС-тренировок. Самоотчеты испытуемых показали, что данный сценарий имел среднюю сложность выполнения.

б) Изложены результаты БОС-обучения по сценарию F. Результаты статистического сравнения с помощью парного теста Вилкоксона фоновых и тренировочных значений КП выявили достоверные отличия между этими показателями на уровне  $p < 0,01$  ( $Z = 3,49$ ). Показано наличие обучения по данному сценарию. В целом по выборке, средний уровень эффективности обучения по данному сценарию для всей выборки составил 34 % (испытуемые успешно увеличивали бета-2 индекс ЭЭГ в передней правой области на 34 %) – это четвертый показатель успешности в эксперименте. По самоотчетам испытуемых этот тренинг был легким для выполнения.

Моделирование с применением множественной линейной регрессии показало, что сочетания некоторых психофизиологических и психологических предикторов обуславливают эффективность обучения произвольной регуляции параметров ЭЭГ с использованием БОС-тренинга.

1) Показано, что множественная регрессионная модель для сценария А имеет высокую статистическую значимость –  $p < 0,03$ , и высокий коэффициент детерминации –  $R^2 = 0,54$ , четвертый по величине в эксперименте. Следовательно, 54 % дисперсии значений эффективности обучения по тренингу А объяснялись совокупным влиянием предикторов, включенных в модель. В модель вошли предикторы «личностная тревожность», «переключаемость внимания», «подвижность нервной системы», «экстраверсия». Изложены результаты расчета относительной важности предикторов в данной модели, которые показали, что вклад «личностной тревожности» в эффективность обучения произвольной регуляции составил 7,55 %, «переключаемости внимания» – 19,61 %, «подвижность нервной системы» – 17,89 %, «экстраверсии» – 9,4 %.

2) Описаны результаты моделирования для сценария В. Модель, построенная для данного сценария, показала высокую значимость –  $p < 0,01$ , и высокий коэффициент детерминации  $R^2 = 0,78$  (78 % процентов дисперсии значений эффективности обучения детерминируется моделью). Это второй по величине показатель по результатам моделирования. В модель были включены предикторы «нейротизм», «подвижность нервной системы», «психотизм», «сила торможения нервной системы», «экстраверсия». Приводятся результаты расчета относительной важности предикторов для сценария В: эффективность обучения произвольной регуляции по данному сценарию обуславливается на 37,93 % «нейротизмом», на 3,8 % – «подвижностью нервной системы», на 13,7 % – «психотизмом» – 13,7 %, на 17,45 % – «силой торможения нервной системы», на 5,46 % – «экстраверсией» [Рисунок 3].



**Рисунок 3. Диаграмма относительной важности вклада психофизиологических и психологических предикторов в коэффициент детерминации множественной регрессионной модели для сценария В**

3) Изложены результаты моделирования для сценария С. Статистически значимой модели множественной регрессии для данного сценария получить не удалось ( $p < 0,07$ ), коэффициент детерминации  $R^2 = 0,19$  (19 % дисперсии значения эффективности может объясняться полученной моделью). Данный показатель – шестой, самый низкий по итогам моделирования. В модель вошел один предиктор – «переключаемость внимания». Так как модель имеет статистическую значимость на уровне  $p > 0,05$ , можно говорить только о некой тенденции или очень слабом влиянии предиктора «переключаемость внимания» на эффективность обучения по данному сценарию. Также отмечено, что 81% значений эффективности обучения произвольной ЭЭГ-БОС регуляции по сценарию С объясняются факторами, неучтенными в ходе эксперимента.

4) Приведены результаты моделирования для сценария D. Множественная регрессионная модель для результатов сценария D тренинга показала статистическую значимость на уровне  $p < 0,01$ , с коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,70$ , то есть 70 % разброса значений эффективности обучения произвольной регуляции по сценарию D детерминируется полученной множественной регрессионной моделью. Коэффициент детерминации данной модели является вторым по величине в эксперименте. Полученная модель включила в себя пять предикторов: «личностная тревожность», «переключаемость внимания», «психотизм», «подвижность нервной системы», «сила торможения нервной системы». Расчет относительной важности предикторов показал, что вклад в эффективность БОС-обучения по сценарию D предиктора «личностная тревожность» равен 19,09 %, «переключаемость внимания» – 7,69 %, «психотизм» – 16,24 %,

«подвижность нервной системы» – 6,36 %, «сила торможения нервной системы» – 20,99 %.

5) Описаны результаты моделирования для сценария Е. Множественная регрессионная модель для сценария Е имела невысокую статистическую значимость ( $p < 0,14$ ) и пятый по величине коэффициент детерминации  $R^2 = 0,33$  (33 % процента дисперсии значений эффективности обучения объясняется данной моделью). Модель включила в себя три предиктора: «переключаемость внимания», «подвижность нервной системы» и «экстраверсия», тем не менее они слабо влияли на эффективности БОС-тренинга по данному сценарию ( $p > 0,05$ ). Расчет относительной важности вклада предикторов в показатель эффективности БОС-обучения по сценарию Е определил, что «переключаемость внимания» обуславливает 12,32 % дисперсии показателя эффективности обучения, «подвижность нервной системы» – 12,86 %, «экстраверсия» – 7,81 %. Показано, что 67 % дисперсии значений эффективности описывается переменными, не учтенными в исследовании.

6) Приводятся результаты моделирования для сценария F. Множественная регрессионная модель для результатов обучения по данному сценарию имела статистическую значимость на уровне  $p < 0,01$ , с коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,65$  (65 % разброса значений эффективности обучения объясняются регрессионной моделью). Данная модель имеет третий по величине коэффициент детерминации в эксперименте. В модель были включены предикторы «нейротизм», «переключаемость внимания», «подвижность нервной системы», «сила торможения нервной системы». Расчет относительной важности предикторов показал, что эффективность обучения по сценарию F определяется на 6,21 % «нейротизмом», на 7,26 % «переключаемостью внимания», на 26,36 % «подвижностью нервной системы», на 25,64 % «силой торможения нервной системы».

В обсуждении результатов полученные в ходе экспериментальной работы данные сопоставлены с имеющимися на сегодняшний день сведениями о психофизиологических и психологических предикторах эффективности произвольной регуляции в контуре ЭЭГ-БОС. Также описаны особенности эффективности обучения в ходе экспериментального ЭЭГ-БОС тренинга, указаны свойства личности, не влияющие на успешность процедуры нейробиоуправления.

**В Заключении** констатированы достижение цели исследования и решение поставленных задач, обобщены результаты диссертационного исследования и сформулированы основные **выводы**:

1. Установлено, что психофизиологические и психологические свойства личности влияют на эффективность произвольной регуляции различных параметров ЭЭГ в условиях БОС-тренинга. Исследование показало, что эффективность реализации сценария А (снижение альфа-индекса в отведениях P3 и P4) на 54 % ( $p < 0,03$ ) определяется влиянием предикторов «личностная тревожность», «переключаемость внимания», «подвижность нервной системы» и «экстраверсия». Эффективность сценария В (увеличение бета-2 индекса в F3 и F7)

на 78 % ( $p < 0,01$ ) определяется предикторами «нейротизм», «психотизм», «подвижность и сила торможения нервной системы», «экстраверсия». Для сценария С (увеличение альфа-индекса в центральных областях С3-С4) эффективность обучения произвольной регуляции на 19 % ( $p < 0,07$ ) определяется предиктором «переключаемость внимания». Эффективность сценария D (снижение бета-2 индекса в F3 и F4) на 70 % ( $p < 0,01$ ) определяется влиянием предикторов «личностная тревожность», «переключаемость внимания», «подвижность и сила торможения нервной системы», «психотизм». Эффективность БОС-обучения по сценарию E (увеличение альфа-индекса в центральных областях С4-С3) на 33 % ( $p < 0,14$ ) определяется вкладом предикторов «переключаемость внимания», «подвижность нервной системы», «экстраверсия». Наконец, эффективность сценария F (увеличение бета-2 индекса в F4 и F8) на 65 % ( $p < 0,04$ ) обуславливается влиянием предикторов «подвижность и сила торможения нервной системы», «нейротизм», «переключаемость внимания».

2. Показано, что в БОС-тренинге в рамках одного сеанса с различными требованиями к изменению параметров альфа- и бета-2 ритмов ЭЭГ в разных отведениях происходило успешное обучение произвольной регуляции контролируемых параметров биоэлектрической активности мозга. Средняя эффективность обучения по сценариям в ходе эксперимента в порядке убывания показателя: в рамках сценария С альфа-индекс возрастал на 116 %, в рамках сценария В бета-2 индекс увеличивался на 56 %, в рамках сценария E альфа-индекс увеличивался на 39 %, а бета-2 индекс в рамках сценария F – на 34 %; в рамках сценария D бета-2 индекс снижался на 24 %, в рамках сценария А альфа-индекс снижался на 16 %. Эти факты наглядно демонстрируют эффективность обучения произвольной регуляции снижения или увеличения индексов альфа- и бета-2 ритма ЭЭГ в разных отведениях, а также принципиальную возможность быстрого переключения с управления одним параметром на регуляцию другого.

3. Установлено, что психофизиологические и психологические предикторы вносят разный вклад в эффективность ЭЭГ-БОС регуляции. При общем вкладе изученных предикторов в эффективность обучения произвольной регуляции, равном 54 %, для сценария А вклад «личностной тревожности» составил 7,5 %, «переключаемости внимания» – 19,61 %, «подвижности нервной системы» – 17,8 %, «экстраверсии» – 9,4 %. В рамках сценария В при общем вкладе 78 % вклад «нейротизма» составил 37,93 %, «подвижности нервной системы» – 3 %, «психотизма» – 13,73 %, «силы торможения нервной системы» – 17,45 %, «экстраверсии» – 5,46 %. Для сценария С весь вклад определяется одним предиктором – «переключаемостью внимания» – и равен 19 %. При общем вкладе изученных предикторов в объеме 70 % для сценария D вклад предиктора «личностная тревожность» – 19 %, «переключаемость внимания» – 7,69 %, «подвижность нервной системы» – 6,39 %, «сила торможения нервной системы» – 20,99 %, «психотизм» – 16,24 %; при 33 % для сценария E вклад предиктора «переключаемость внимания» – 12,32 %, «подвижность нервной системы» – 12,86 %, «экстраверсия» – 7,8 %. При 65 % по сценарию F вклад предиктора

«нейротизм» – 6,2 %, «переключаемость внимания» – 7,2 %, «подвижность нервной системы» – 26,36 %, «сила торможения нервной системы» – 25,64 %.

4. Показано, что предикторы «переключаемость внимания» и «подвижность нервной системы» оказывают влияние на эффективность произвольной регуляции в целом, вне зависимости от типа контролируемого параметра ЭЭГ. В то же время, предикторы «устойчивость внимания» и «сила возбуждения нервной системы» не оказали существенного влияния на эффективность ЭЭГ-БОС тренировки.

**Практические рекомендации.** Полученные результаты могут оказаться полезными в качестве руководства к разработке индивидуализированных БОС-протоколов, предпринимаемой с целью увеличения эффективности нейротерапии. При разработке такого протокола может осуществляться выбор необходимых контролируемых параметров и отведений, определение оптимальной длительности сессии, подходящей испытуемому инструкции в зависимости от выраженности тех или иных индивидуальных психологических и психофизиологических свойств клиента. Кроме того, материалы диссертационного исследования могут быть использованы в учебном процессе при изучении психологических (клиническая психология, физиологические методы в психологии, психофизиология), а также физиологических (нейрофизиология) дисциплин.

**Дальнейшие перспективы исследования.** В настоящем диссертационном исследовании анализировалась лишь некоторая часть индивидуально-типологических свойств, выраженность которых оценивалась с помощью психодиагностических тестов-опросников. В отборе методик автор руководствовался прежде всего литературными данными. При этом остается открытым вопрос о том, какой вклад в результат обучения произвольной регуляции в условиях БОС-тренинга могут внести иные психофизиологические и психологические свойства личности. Для ответа на данный вопрос в дальнейшем необходимо исследовать не только нейрофизиологические и психофизиологические, в некотором роде «базовые» качества личности, но и психологические характеристики высокого уровня (характер, направленность личности и т.д.). Так, большой интерес может представлять мотивация человека, проходящего процедуру БОС-тренинга. Выше уже было показано, что мотивация влияет на успешность БОС-тренировки; в данном исследовании этот фактор контролировался материальным вознаграждением испытуемых. Тем не менее, структура мотивации, иерархия мотивов могут оказывать значительное влияние на успешность обучения с использованием БОС.

Учитывая электрофизиологический характер метода биологической обратной связи по ЭЭГ, стоит также отметить, что непосредственное влияние на успешность и динамику процесса произвольной регуляции оказывают индивидуальные особенности электроэнцефалограммы. Анализ взаимовлияния параметров энцефалограммы и эффективности нейробиоуправления является следующим шагом в исследованиях по проблематике данной диссертации. Решение такой задачи может потребовать как применения усовершенствованных психофизиологических методик, так и расширения набора статистических про-

цедур и алгоритмов обработки сигналов. Подобный анализ может расширить понимание как скрытых физиологических механизмов самого процесса биологической обратной связи, так и помочь в отборе и обучении людей в качестве операторов для систем, использующих интерфейс мозг-компьютер.

Таким образом, для продолжения исследований психологических и психофизиологических предикторов эффективности произвольной регуляции с помощью ЭЭГ-БОС тренинга имеются значительные перспективы.

**Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях автора:**

***I. В журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов кандидатских диссертаций***

1. Столетний, А.С. Влияние индивидуальных особенностей на способность к произвольной регуляции человеком выраженности в ЭЭГ альфа- и бета-частот / Е.В. Асланян, В.Н. Киров, А.С. Столетний и др. // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2015. – Т. 101. – № 5. – С. 599-613. – авт. вклад 0,2 п.л.

2. Столетний, А.С. Влияние индивидуальных свойств личности на эффективность произвольной БОС-регуляции бета-2 ритма ЭЭГ [Электронный ресурс] / А.С. Столетний // Современные исследования социальных проблем (электронный журнал). – 2016. – № 7(63). – С. 167-183. – Режим доступа: <http://journal-s.org/index.php/sisp/article/view/9365>. – авт. вклад 0,85 п.л.

3. Столетний, А.С. Динамика межполушарных отношений при БОС-тренинге / Е.В. Асланян, В.Н. Киров, А.С. Столетний и др. // Психологический журнал. – 2016. – Т. 37. – № 1. – С. 89-101. – авт. вклад 0,15 п.л.

***II. Остальные работы***

4. Столетний, А.С. Динамика межполушарной асимметрии ЭЭГ при БОС-тренинге / Е.В. Асланян, В.Н. Киров, А.С. Столетний, Д.М. Лазуренко, О.М. Бахтин, Н.Р. Миняева / Фундаментальные проблемы нейронаук: функциональная асимметрия, нейропластичность и нейродегенерация. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (18-19 декабря 2014 г.). – М.: Научный мир, 2014. – С. 27-34. – авт. вклад 0,15 п.л.

5. Столетний, А.С. Психологические предпосылки успешного нейробиоуправления / А.С. Столетний / Нейронаука для медицины и психологии. Материалы Десятого Международного междисциплинарного конгресса (1-12 июня 2014 г.). – М.-Судак, Крым: Изд-во «МАКС Пресс», 2014. – С. 321-322. – авт. вклад 0,1 п.л.

6. Столетний, А.С. Психологические предикторы произвольной регуляции в условиях ЭЭГ-БОС тренинга / А.С. Столетний // Северо-Кавказский психологический вестник. – 2015. – Т. 13. – № 3. – С. 27-33. – авт. вклад 0,55 п.л.

7. Столетний, А.С. Эффективность БОС-тренингов по разным сценариям / Е.В. Асланян, В.Н. Киров, А.С. Столетний, Д.М. Лазуренко, О.М. Бахтин, Н.Р. Миняева / Нейронаука для медицины и психологии. Материалы Одиннадцатого

Международного междисциплинарного конгресса (6-12 июня 2015 г.). – М.-Судак, Крым: Изд-во «МАКС Пресс», 2015. – С. 67-68. – авт. вклад 0,05 п.л.

8. Столетний, А.С. Взаимосвязь психологических и психофизиологических свойств личности с эффективностью ЭЭГ-БОС тренинга / А.С. Столетний // Северо-Кавказский психологический вестник. – 2016. – Т. 14. – № 2. – С. 19-30. – авт. вклад 1,05 п.л.

9. Столетний, А.С. Психофизиологические предикторы эффективного ЭЭГ-БОС обучения / А.С. Столетний, В.Н. Киров / Ананьевские чтения – 2016. Психология: вчера, сегодня, завтра. Материалы Международной научной конференции (25-29 октября 2016 г.): в 2-х тт. – Т. 2. – СПб.: Айсинг, 2016. – С. 107-108. – авт. вклад 0,1 п.л.

**Столетний А.С. Психофизиологические и психологические предикторы произвольной регуляции в условиях БОС-тренинга: Автореф. дисс. ... канд. психол. наук: 19.00.02. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2017. 22 с.**