

ID: 2012-06-7-A-1589

Оригинальная статья

Лебедева Н.Н., Вехов А.В., Каримова Е.Д.

## Коррекция функционального состояния человека-оператора в условиях длительной монотонной деятельности с помощью низкоинтенсивного электромагнитного поля ММ-диапазона

ФГБУ Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва

### Резюме

Длительная однообразная деятельность вызывает нервозность, ухудшает бдительность, понижает реакцию человека и приводит к развитию состояния монотонии, что в свою очередь, снижает надежность системы «человек-машина». В связи с этим исследование этого состояния является актуальной задачей специалистов.

**Методы:** В исследовании участвовали 9 добровольцев, по 3 опыта с каждым участником – *Фон, Плацебо и Воздействие*. Для профилактики состояния монотонии воздействовали низкоинтенсивным электромагнитным полем (ЭМП) ММ-диапазона. В качестве монотонной деятельности использовалась работа на водительском симуляторе. До и после работы проводилось психофизиологическое тестирование, регистрировались ЭКГ, ЭЭГ.

**Результаты:** По качеству деятельности испытуемые разделились на 2 группы – хорошо (1 группа) и плохо (2 группа) работавшие на симуляторе. Спектральный анализ ЭЭГ выявил увеличение мощности медленных ритмов после вождения, менее выраженное в эксперименте с воздействием ЭМП. Показатель депрессии альфа-ритма, отражающий лабильность корковых процессов, сильнее уменьшился у 2 группы. В эксперименте с воздействием ЭМП у 2 группы ухудшились показатели зрительно-моторной реакции, а также значительно снизился Индекс напряжения, что свидетельствует о сильном расслабляющем действии ММ-волн.

**Заключение:** Воздействие ММ-волн улучшило состояние всех испытуемых, но оказало седативный эффект на 2 группу испытуемых.

**Ключевые слова:** человек-оператор; ЭЭГ; ММ-излучение; психофизиология

### Введение

В процессе длительной монотонной деятельности у человека-оператора (диспетчера, пилота, водителя автомобиля и т.п.) развивается *монотония* – функциональное состояние (ФС) напряжения как интегральный динамический комплекс наличных характеристик физиологических, психологических, поведенческих функций и качеств, которые обуславливают выполнение деятельности.

Исследование состояния монотонии, помимо теоретической значимости, имеет и прикладное значение, в частности, для создания биотехнических комплексов, моделирующих операторскую деятельность и позволяющих отслеживать наступление такого состояния. Для предотвращения возникновения сонливого состояния существует и продолжает разрабатываться множество различных методов, способов и технических приспособлений. Все они направлены на поддержание надежности деятельности человека-оператора, предотвращение нежелательных сдвигов его ФС и экстренное "взбадривание" в случае ослабления внимания при наступлении дремотного состояния. Мерами борьбы с монотонией являются усложнение выполняемых операций, изменение темпа работы, усиление мотивации, смена деятельности, рабочих мест. Если говорить о вождении в состоянии монотонии, то водителям рекомендуют слушать музыку, изучать изменение ландшафта местности, общаться с собеседником или жевать сушёные фрукты или кислые конфеты.

Так как от функционального состояния человека, который ведёт автомобиль или работает оператором в сложных системах управления и контроля, зависят зачастую жизни и здоровье других людей, состояние монотонии, как наиболее опасное, нуждается в комплексном исследовании, а также поиске методов коррекции возникающих нарушений.

Одним из физических факторов, воздействие которого изменяет функциональное состояние (ФС) человека, является электромагнитное поле с различными биотропными параметрами [1,2].

В настоящее время низкоинтенсивное ММ-излучение (*ММ-терапия*) нашло самое широкое распространение – как для лечения całego спектра заболеваний, так и для профилактики различного рода неблагоприятных воздействий на организм человека [3].

В нашей работе мы использовали один из терапевтических приборов ММ-терапии для коррекции функционального состояния человека-оператора в условиях длительной монотонной деятельности.

### Цель

В статье представлены результаты экспериментального исследования динамики биоэлектрической активности коры больших полушарий мозга человека-оператора в процессе длительной монотонной деятельности, а также возможности коррекции негативных изменений ЭЭГ, возникающих в состоянии монотонии, с помощью низкоинтенсивного электромагнитного поля миллиметрового диапазона длин волн.

### Материал и методы

Для возникновения состояния монотонии человеку-оператору предлагалась в качестве монотонной деятельности работа на программируемом симуляторе вождения в условиях ограниченной сенсорной информации в течение 1,5 часов – испытуемый должен был с помощью руля «ехать» ровно по центру дороги (удерживать линию разметки в центре экрана), при этом скорость движения была задана постоянной, других участников движения предусмотрено не было. Программируемый симулятор водительской деятельности был разработан в лаборатории Прикладной физиологии и высшей нервной деятельности при участии лаборатории математической нейробиологии обучения Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. Качество вождения оценивалось по траектории отклонения от линии разметки и количества поворотов руля. Контроль функционального состояния испытуемого осуществлялся по показателям электроэнцефалограммы (ЭЭГ), регистрируемой с

помощью энцефалографа-анализатора ЭЭГА-21/26 «ЭНЦЕФАЛАН 131-03» (Таганрог), электрокардиограммы (ЭКГ) и теста на сложную зрительно-моторную реакцию с помощью устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 «Психофизиолог» (Таганрог).

Методики, используемые в экспериментах, и циклограмма проведения опытов были одобрены Этическим комитетом Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН.

В исследовании участвовали 9 практически здоровых испытуемых-мужчин в возрасте от 21 до 26 лет. С каждым испытуемым проводилось по 3 опыта – *фон, плацебо и воздействие ЭМП*. Первый из экспериментов у каждого оператора был *Фон*, в котором испытуемый не подвергался никаким воздействиям во время вождения. Во втором или третьем эксперименте (для каждого испытуемого по-разному) спустя 15 минут от начала «вождения» включался прибор «КВЧ-МТА», излучающий электромагнитное поле. Эксперимент *Плацебо* был вторым или третьим по счёту, однако, ни один испытуемый не знал, когда будет включено воздействие ЭМП – во второй или третий раз. Таким образом проверялось влияние именно ЭМП на функциональное состояние человека, а не подсознательное убеждение о воздействии.

До и после работы на симуляторе проводилось психофизиологическое тестирование, регистрировались ЭКГ и ЭЭГ испытуемого в состоянии спокойного бодрствования в течение 5 минут при закрытых (ГЗ) и в течение 5 минут открытых (ГО) глазах.

Запись кардиограммы (128 R-R интервалов) обрабатывалась методом вариационной кардиометрии; для анализа вегетативного обеспечения деятельности в экспериментах нами были выбраны частота сердечных сокращений (ЧСС), среднеквадратическое отклонение (СКО) R-R-интервалов, а также индекс напряжения (ИН), характеризующий степень напряжения нейро-гуморальных механизмов регуляции и степень централизации в управлении сердечным ритмом.

Во время тестирования сложной зрительно-моторной реакции оператор должен был нажимать правую или левую кнопку после включения красной или зелёной лампочки соответственно; в процессе выполнения теста регистрировалось время ответной реакции и количество ошибочных действий по категориям – неправильный ответ, пропуск сигнала, преждевременное нажатие.

Запись ЭЭГ производилась по международной системе 10-20 с 8 электродов монополярно относительно ушных электродов А1 и А2. Регистрируемые записи ЭЭГ обрабатывались методом *спектрально-корреляционного анализа* на основе быстрого преобразования Фурье. Перед анализом проводилась фильтрация ЭЭГ сегментов БПФ-фильтром в диапазоне 0,5-40 Гц и удаление артефактов (пиков, появляющихся вследствие движения глаз или мышечного напряжения).

Для спектрального анализа сигнала ЭЭГ выбирался сегмент длительностью около 5 минут, не содержащий артефакты, с помощью программы «Энцефалан-03» рассчитывались относительные мощности сигнала. Сравнивались значения относительной мощности «до» и «после» отдельно для открытых и закрытых глаз.

Для коррекции состояния монотонии использовали терапевтический прибор «КВЧ-МТА» (имеющий сертификат соответствия и Регистрационное удостоверение ФС РФ): длина волны ММ-излучения – 7,25 мм; интенсивность – 10 мВт; экспозиция – 30 мин; локализация – область седьмого шейного позвонка.

Статистическая обработка проводилась с помощью непараметрического критерия – парного критерия Уилкоксона [4].

Анализ показателей работы на симуляторе в экспериментах выявил, что по качеству деятельности (средние значения отклонения от траектории) испытуемые разделились на 2 группы – хорошо и плохо справившихся с работой: 1 группа – очень хорошее и хорошее качество деятельности (6 испытуемых) и 2 группа – плохое качество деятельности (3 испытуемых). Были найдены достоверные изменения электрографических и психофизиологических показателей для всех испытуемых, а также тенденции, характерные для отдельной группы испытуемых.

### Результаты

Анализ качества водительской деятельности выявил корреляцию между наихудшим качеством вождения добровольцев в один из трёх дней с состоянием активности коры головного мозга. В таблице 1 испытуемые ранжированы по качеству деятельности: первым представлен участник с наилучшими показателями качества «вождения» за все три эксперимента, последним – с наихудшими показателями. Семь испытуемых из девяти показали наихудшие результаты в день, когда суммарная активность (мощность всех ритмов) ЭЭГ была наименьшей из всех трёх экспериментов. Также стоит отметить, что наихудшие результаты водительской деятельности были обнаружены во втором или третьем экспериментах – *Плацебо* или *Воздействии*.

В таблице 2 представлены усредненные по каждой группе, а также по всем испытуемым, данные относительной мощности основных ритмов ЭЭГ в процентном соотношении (показатели до работы на симуляторе приняты за 100 %) в трех опытах – *Фон*, *Плацебо*, *Воздействие ЭМП*.

В фоновых экспериментах, когда не было ни воздействия ЭМП, ни эффекта плацебо, анализ участков ЭЭГ, зарегистрированных во время функциональных проб с закрытыми глазами до и после 90 минут монотонной деятельности, выявил у испытуемых достоверные ( $p < 0.05$ , критерий Уилкоксона) увеличение мощности дельта-ритма (в среднем по всем испытуемым на 26%), увеличение мощности тета-ритма (в среднем по всем испытуемым на 27%) и уменьшение мощности альфа-ритма (в среднем по всем испытуемым на 20%).

Если же рассматривать группы испытуемых, разделившихся по качеству вождения, можно заметить, что в фоновом эксперименте различий по дельта- и альфа-ритмов между группами практически нет. Мощность тета-ритма группы с хорошим качеством вождения возросла сильнее по сравнению со второй группой. В эксперименте *Плацебо* есть различия по дельта- и альфа-ритму: у второй группы участников изменения более существенные. После воздействия ЭМП мощности ритмов меняются значительно также у группы испытуемых, хуже справившихся с заданием, при этом мощности медленных дельта- и тета- ритмов у них возрастает, а мощность более быстрого альфа-ритма у них снижается сильнее, чем у первой группы испытуемых.

Различия в группах с хорошим и плохим качеством деятельности выявила также динамика депрессии альфа-ритма. Как видно из рис. 1, у испытуемых, которые хорошо справились с задачей вождения (1 группа), значительно повысился показатель депрессии альфа-ритма в фоне, в то время как испытуемые с плохим качеством деятельности (2 группа) демонстрировали уменьшение степени депрессии альфа-ритма.

**Таблица 1. Сравнение средних значений отклонения от траектории с суммарной мощностью ЭЭГ девяти испытуемых в трёх экспериментах**

Испытуемые	Показатели	Фон	Плацебо	Воздействие ЭМП
Кар	откл. от траектории	0,04	0,03	0,04
	сум. мощн.ЭЭГ	1490	1487	1704
Ю	откл. от траектории	0,08	0,15	0,06
	сум. мощн.ЭЭГ	2079	1528	1535
Б	откл. от траектории	0,17	0,17	0,14
	сум. мощн.ЭЭГ	989	731	1036
Г	откл. от траектории	0,18	0,32	0,08
	сум. мощн.ЭЭГ	1310	1043	1209
М	откл. от траектории	0,23	0,15	0,29
	сум. мощн.ЭЭГ	1589	1604	1491
С	откл. от траектории	0,20	0,20	0,25
	сум. мощн.ЭЭГ	3997	4292	2666
Кол	откл. от траектории	0,22	0,34	0,27
	сум. мощн.ЭЭГ	2236	1707	1934
Кал	откл. от траектории	0,16	0,40	0,63
	сум. мощн.ЭЭГ	1472	1492	1053
Х	откл. от траектории	0,34	0,30	0,83
	сум. мощн.ЭЭГ	1385	1679	1618

*Примечание:* Испытуемые ранжированы по качеству «вождения» - первый испытуемый с лучшими результатами по всем трём экспериментам, последний испытуемый – с худшими результатами. Выделены наихудшие результаты работы каждого испытуемого по трём экспериментам в сочетании с наименьшей суммарной мощностью ЭЭГ.

**Таблица 2. Динамика мощности дельта-, тета-, и альфа- ритмов, усреднённых по первой, второй группе испытуемых и по всем участникам в трёх экспериментах.**

ритм	группа участ.	ФОН	ПЛАЦЕБО	ВОЗД ЭМП
дельта	I группа	126%	122%	98%
	II группа	125%	150%	114%
	все участн.	126%	132%	104%
тета	I группа	140%	111%	109%
	II группа	102%	112%	112%
	все участн.	127%	111%	110%
альфа	I группа	79%	92%	97%
	II группа	81%	81%	91%
	все участн.	80%	88%	95%

*Примечание:* В таблице представлены отношения в процентах мощности каждого ритма ЭЭГ после работы к мощности до работы, усреднённые по различным группам испытуемых. I группа – испытуемые, хорошо справившиеся с задачей вождения, II группа – испытуемые, плохо справившиеся с задачей вождения.

Анализ доминантных значений частот показал, что у испытуемых 2 группы частота тета-ритма во всех экспериментах выше, а частота альфа-ритма ниже, чем у испытуемых 1 группы.

Для анализа зрительно-двигательной функции были выбраны показатель среднего времени сложной зрительно-моторной реакции, средне-квадратическое отклонение (СКО) этого показателя, а также максимальные значения времени реакции. Из рис. 2 видно, что в фоновом эксперименте среднее время реакции у испытуемых обеих групп практически не менялось, изменения в эксперименте *Плацебо* также незначительны, в то время как в эксперименте *Воздействие* время реакции испытуемых, плохо справившихся с вождением (2 группа), значительно возросло (в среднем по группе на 20%), в то время как у испытуемых 1 группы несколько снизилось.

Показатели СКО и максимальное время реакции испытуемых 1 группы значительно возросли в фоне до 160 и 180 % соответственно (показатели до работы на симуляторе приняты за 100 %) и уменьшились при воздействии ЭМП (до 75 и 80 % соответственно). В то время как во 2 группе наблюдалась иная картина – незначительное увеличение этих показателей в фоне и плацебо и резкое увеличение в экспериментах с воздействием ЭМП (до 300 и 180 % соответственно).

Результаты вариационной кардиометрии представлены на рис. 3. В среднем у всех испытуемых индекс напряжения снижался после каждого эксперимента, достоверное же снижение наблюдалось только после воздействия ЭМП. Если рассматривать динамику ИН по двум группам, можно отметить, что в экспериментах Плацебо и Воздействие ИН во 2 группе снижается

значительно сильнее, чем в первой группе. Наименьшие же изменения ИН второй группы происходят в *Фоне*, в то время как у первой группы ИН не снижается более чем на 30%.

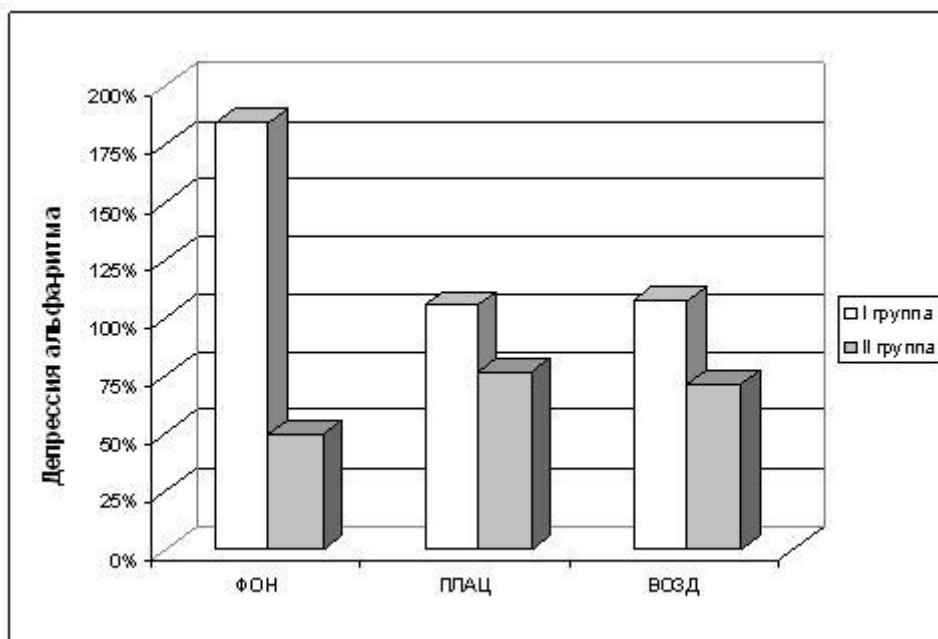


Рис. 1. Показатель депрессии альфа-ритма до и после работы на симуляторе в экспериментах для двух групп испытуемых. Показатели до работы на симуляторе приняты за 100 %.

Примечание: Показатель депрессии рассчитывался как отношение мощности альфа-ритма при закрытых глазах к мощности альфа-ритма при открытых глазах. Участки ЭЭГ при закрытых и открытых глаза регистрировались один за другим в течение 10 мин до и таким же образом после работы.

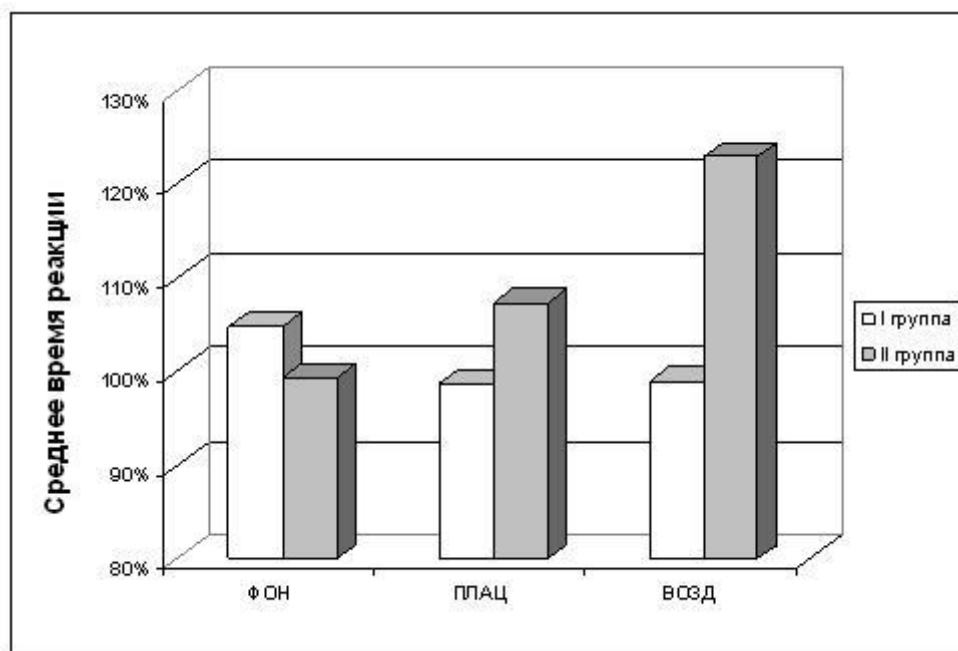


Рис. 2. Относительные изменения среднего времени сложной зрительно-моторной реакции, усреднённые по двум группам испытуемых в трёх экспериментах. Показатели до работы на симуляторе приняты за 100 %.

#### Обсуждение

Результаты исследования выявили различную динамику электрографических, кардиографических и психофизиологических показателей для участников эксперимента, продемонстрировавших различное качество водительской деятельности. При этом наихудшими по качеству у всех испытуемых были результаты вождения в экспериментах *Плацебо* или *Воздействие*, то есть во втором или третьем эксперименте. Можно предположить, что наиболее высокое качество вождения в первом эксперименте связано с ориентировочной реакцией участника, в то время как во второй и третий раз он чувствует себя более спокойно и расслабленно. Напряжение и, возможно, интерес к новой деятельности заставляют участников эксперимента более внимательно выполнять работу.

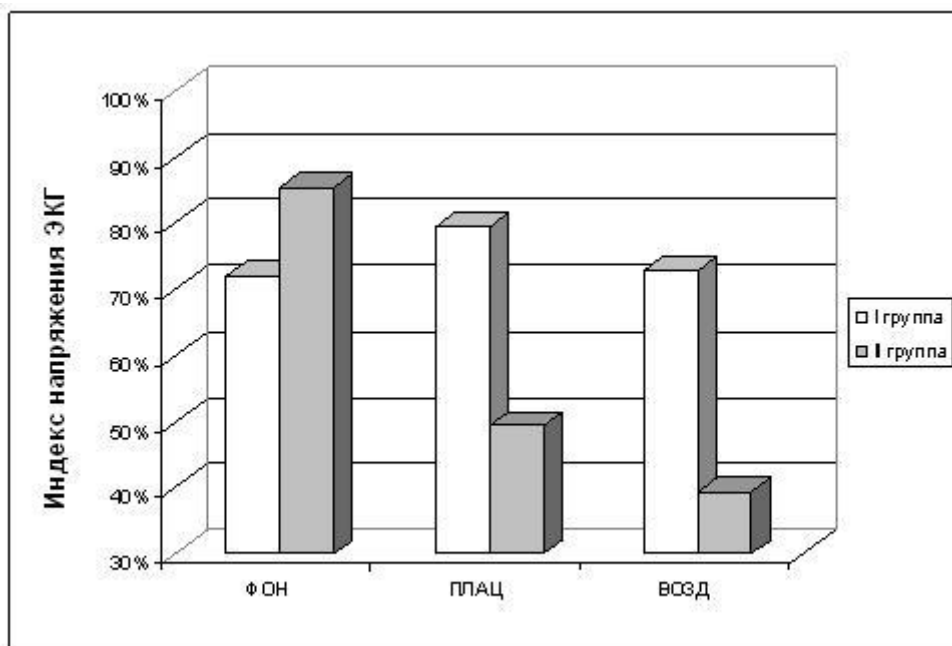


Рис. 3. Относительные изменения индекса напряжения ЭКГ, усреднённые по двум группам испытуемых в трёх экспериментах. Показатели до работы на симуляторе приняты за 100 %.

При этом в день наихудшего вождения у восьми испытуемых из 9 была наименьшая суммарная мощность ритмов ЭЭГ. Корреляция между наихудшим качеством вождения добровольцев в один из трёх дней с состоянием активности коры головного мозга показала, что, видимо, оптимальная работоспособность испытуемых достигалась при общей активации коры, т.е. высокой активности каждого ритма.

Сравнение результатов анализа ЭЭГ каждого испытуемого с качеством его работы на симуляторе водительской деятельности выявило, что испытуемые со схожей динамикой ЭЭГ зачастую имеют одинаковые показатели качества вождения.

В фоновых экспериментах анализ участков ЭЭГ, зарегистрированных во время функциональных проб с закрытыми глазами до и после 90 минут монотонной деятельности, выявил увеличение мощности дельта-ритма у всех испытуемых. Однако эксперименты *Плацебо* и *Воздействие* выявили различие в динамике дельта-ритма первой и второй группы: относительные значения мощности испытуемых с хорошим качеством вождения значительно ниже, чем у второй группы, а после воздействия ЭМП мощность дельта-ритма у испытуемых первой группы снижается, в то время как во второй группы она всё равно увеличивается. Повышение медленных ритмов после монотонной работы свидетельствует о появлении сонливости и усталости, которая, возможно, проявлялась в большей степени у испытуемых с низким качеством вождения.

Мощность тета-ритма после работы на симуляторе практически не изменяется в экспериментах *Плацебо* и *Воздействие* и значительно возрастает в первом эксперименте у испытуемых первой группы. Существует мнение, что тета-ритм связан с развитием состояния субъективного погружения в работу и интеллектуальным напряжением, а ряд авторов рассматривают его как показатель нервно-эмоционального напряжения, обозначая его ритмом напряжения [5]. Таким образом, возможно, сильное повышение мощности тета-ритма испытуемых первой группы в фоновом эксперименте связано с напряжением при выполнении первой раз непривычной работы и стремлением хорошо справиться с предложенным заданием, поскольку испытуемые были мотивированы получением материальных средств за хорошее выполнение работы.

Снижение мощности альфа-ритма во всех экспериментах является коррелятом возникновения состояния монотонии, при этом степень снижения альфа-ритма различна в разных экспериментах и для разных групп испытуемых. В первом, фоновом эксперименте мощность альфа-ритма снизилась сильнее всего у испытуемых обеих групп. Однако в эксперименте *Плацебо* и *Воздействие* у добровольцев с хорошим качеством вождения снижение альфа-ритма происходит в значительно меньшей степени, чем у испытуемых с плохим качеством работы.

Мощность бета-ритма не была показательной и практически не изменилась после работы на симуляторе у испытуемых обеих групп.

Таким образом, испытуемые, лучше справившиеся с предложенной работой, предположительно, лучше перенесли состояние монотонии, так как у них не сильно возрастала мощность дельта-ритма и меньше изменялась мощность альфа-ритма. Однако не совсем ясно, что являлось причиной, а что – следствием, возможно, что испытуемые 1 группы были увлечены и заинтересованы предложенной работой, при этом выполняли они её более качественно и, таким образом, не испытали в полной мере негативных проявлений монотонии.

Динамика депрессии альфа-ритма, также была показательной в электрофизиологических реакциях двух групп испытуемых. Степень депрессии, или блокады альфа-ритма при открывании глаз является одним из важных показателей корковой активности. Проба с открытием глаз позволяет оценить реактивность регистрируемых ритмов. При открывании глаз обычно происходит подавление основного ритма, на остальные ритмы открытие глаз не оказывает столь существенного влияния. В связи с этим многие исследователи используют показатель депрессии альфа-ритма в ответ на открывание глаз в качестве индивидуально-типологического признака, имеющего отношение как к общей адаптивности [6, 7], так и к формированию изменений когнитивной деятельности [8, 9] и успешности в обучении [10].

Результаты спектрального анализа ЭЭГ с нахождением степени депрессии альфа-ритма выявили повышение данного показателя у испытуемых, хорошо справившихся с заданием и понижение этого показателя у второй группы испытуемых, плохо справившихся с вождением. Снижение степени депрессии альфа-ритма можно трактовать как понижение лабильности корковых структур, при этом можно предположить, что повышение пластичности корковых процессов, т.е. увеличение возможности перестраиваться при изменении сенсорной информации позволили испытуемым 1 группы лучше справиться с задачей вождения.

Достаточно интересный результат выявил тест на сложную зрительно-моторную реакцию: после воздействия ЭМП время реакции, СКО и максимальное время реакции испытуемых из второй группы значительно возросли, чего не наблюдалось ни в первом эксперименте, ни в эксперименте *Плацебо*. Таким образом, воздействие ЭМП миллиметрового диапазона, широко применяющегося в терапевтических целях, ухудшило реакцию участников эксперимента с плохим качеством вождения.

С другой стороны реакция сердечно-сосудистой системы на воздействие поля ММ-диапазона состояла в значительном снижении индекса напряжения (более чем на 60%) именно второй группы испытуемых. У первой же группы испытуемых ИН снижался после каждого эксперимента на 20-30%.

Индекс напряжения – один из параметров, характеризующий степень напряжения нейро-гуморальных механизмов регуляции, предложенный в 1937 году Г. И. Сидоренко, а затем модифицированный Р. М. Баевским. Индекс напряжения показывает степень централизации в управлении сердечным ритмом. В норме в спокойном состоянии сердечный ритм преимущественно регулируется собственным водителем, при этом частота сердечного ритма волнообразно меняется, разброс времени между отдельными сердечными ударами достаточно велик, индекс напряжения низкий.

При состояниях, требующих повышенной готовности, быстроты реакции, при стрессе и некоторых патологических состояниях ритм становится более правильным, время между ударами одинаковым. Это так называемый «жесткий ритм». При этом ИН сильно увеличивается [2].

Таким образом, можно предположить, что реакция на воздействие ЭМП может различаться в зависимости от индивидуальных характеристик сердечно-сосудистой и нервной системы. При этом воздействие ЭМП оказало на участников из второй группы испытуемых скорее расслабляющий, седативный эффект, о чём свидетельствует сильное понижение ИН и увеличение медленных ритмов ЭЭГ, что привело к ухудшению зрительно-моторной реакции.

#### Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что длительная монотонная операторская работа приводит к перестройкам ритмической активности коры головного мозга человека, а именно уменьшению мощности альфа-ритма и увеличению мощности более медленных дельта- и тета-ритмов. При этом эффект от влияния низкоинтенсивного ЭМП зависит от индивидуальной восприимчивости испытуемого к воздействию ЭМП. Однако было показано, что для первой группы испытуемых показатели ЭЭГ в меньшей степени изменялись после работы на симуляторе именно в эксперименте с воздействием, а на вторую группу испытуемых (с худшими показателями качества деятельности) воздействие низкоинтенсивного ЭМП ММ-диапазона оказало выраженный седативный эффект.

#### Выводы

1. Развивающееся в результате длительной монотонной операторской деятельности состояние монотонии характеризуется появлением специфического паттерна ЭЭГ – повышение мощности тета- и дельта-ритмов и отсутствие изменений или снижение мощности альфа-ритма.

2. Качество операторской деятельности определялось индивидуальными особенностями биоэлектрической активности коры больших полушарий мозга испытуемых – суммарной мощностью всех ритмов ЭЭГ: наихудшие результаты работы на симуляторе наблюдались, когда суммарная мощность была наименьшей.

3. Воздействие низкоинтенсивного ЭМП миллиметрового диапазона при выполнении монотонной деятельности улучшает состояние человека-оператора, снижая мощность медленных (дельта- и тета-) ритмов и повышая мощность альфа-ритма, однако на определённую группу людей может оказывать седативный эффект.

#### Литература

1. Лебедева Н.Н., Вехов А.В., Коноплев С.П., Ткаченко О.Н. Коррекция функционального состояния человека-оператора с помощью низкоинтенсивного сложномодулированного электромагнитного излучения // Биомедицинская радиоэлектроника, 2009, №12, с. 12-17.
2. Лебедева Н.Н., Вехов А.В., Смирнова Е.Д. Исследование возможности коррекции функционального состояния человека в условиях монотонной операторской деятельности с помощью низкоинтенсивного электромагнитного поля // Биомедицинская радиоэлектроника, 2011, № 9, с. 9-16.
3. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2004, 271 с.
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика // Москва, «Практика», 1998 г., 459 с.
5. Киров В.Н., Ермаков П.Н. Электроэнцефалограмма и функциональные состояния человека. Ростов-на-Дону, из-во РГУ, 1998, 262 с.
6. Базанова О.М., Афтанас Л.И. Использование индивидуальных характеристик ЭЭГ для повышения эффективности нейробиоуправления // Журн. невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2006. Т. 106. № 2. С. 31-36.
7. Arıkan K., Boutros N.N., Bozhuyuk E.et al. EEG correlates of startle reflex with reactivity to eye opening in psychiatric disorders: preliminary results // Clin. EEG Neurosci. 2006. V. 37. № 3. P. 230-234.
8. Alexander D.M., Arns M.W., Paul R.H. et al. EEG markers for cognitive decline in elderly subjects with subjective memory complaints // J. Integr. Neurosci. 2006. V. 5. № 1. P. 49-74.
9. Giesbrecht T., Jongen E.M., Smulders F.T., Merckelbach H. Dissociation, resting EEG, and subjective sleep experiences in undergraduates // J. Nerv. Ment. Dis. 2006. V. 194. № 5. P. 362-368.
10. Базанова О.М., Штарк М.Б. Биоуправление в оптимизации психомоторной реактивности. Сообщение 1. Сравнительный анализ биоуправления и обычной исполнительской практики // Физиол. человека. 2007. Т. 33. № 3. С. 1-9.