

# ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОРГАНИЗМ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ СИБИРИ

## INFLUENCE OF INDUSTRIAL ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE ORGANISM OF EMPLOYEES OF THE OIL AND GAS INDUSTRY OF SIBERIA

G. Gazyra  
V. Eskov  
N. Gazyra  
V. Eskov

*Summary.* In this work, a comparative statistical analysis of the dynamics of electrocardiographic indicators (ECG-parameters) of operators and operators of process plants of a gas processing plant, which is under chronic exposure to electromagnetic fields of industrial frequency (EMF  $f=50$  Hz) and without them, was carried out.

From the standpoint of traditional stochastic methods, statistical significant differences ( $p<0,05$ ) were established in the groups of women and men compared to each other according to the ECG parameter «Myocardium», within the framework of the labor process under the influence of EMF  $f=50$  Hz, as well as in the absence of this production factor.

As a result, all subjects showed changes in heart rhythm in the form of moderate tachycardia. At the same time, the greatest changes in all the studied ECG parameters were observed in the group of women (employees of the gas processing plant) in whose working areas EMF  $f=50$  Hz was identified.

*Keywords:* ECG-parameters, EMF  $f=50$  Hz, myocardium, rhythm.

**Газя Геннадий Владимирович**

К.биол.н., Югорский государственный университет,  
г. Ханты-Мансийск  
safety.ot86@gmail.com

**Еськов Валерий Матвеевич**

Д.биол.н., д.физ.-мат.н., научный сотрудник,  
Сургутский филиал Федерального научного центра  
Научно-исследовательский институт системных  
исследований Российской академии наук  
filatovmik@yandex.ru

**Газя Наталья Федоровна**

Сургутский государственный университет  
nata\_stratan@mail.ru

**Еськов Валерий Валерьевич**

К.мед.н., Сургутский государственный университет  
fring.squad@mail.ru

*Аннотация.* В данной работе выполнен сравнительный статистический анализ динамики электрокардиографических показателей (ЭКГ-параметров) операторов и машинистов технологических установок газоперерабатывающего завода, находящегося в условиях хронического воздействия электромагнитных полей промышленной частоты (ЭМП  $f=50$  Гц) и без таковых.

С позиций традиционных методов стохастики установлены статистические значимые различия ( $p<0,05$ ) в группах женщин и мужчин, сравниваемых между собой по ЭКГ-параметру «Миокард», в рамках трудового процесса находящихся под воздействием ЭМП  $f=50$  Гц, а также в условиях отсутствия данного производственного фактора.

В результате у всех обследуемых выявлены изменения ритма сердца в виде умеренной тахикардии. При этом, наибольшие изменения по всем исследуемым ЭКГ-параметрам наблюдались в группе женщин (работниц газоперерабатывающего завода), в чьих рабочих зонах было идентифицировано ЭМП  $f=50$  Гц.

*Ключевые слова:* ЭКГ-параметры, ЭМП  $f=50$  Гц, миокард, ритм.

### Введение

В настоящее время в Российской Федерации одним из основных положений в области радиоэкологии принято следующее утверждение: «Безопасным для человека считается ЭМП такой интенсивности, нахождение в котором не приводит даже к временному нарушению гомеостаза, а также к напряжению защитных и адаптационно-компенсаторных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном периоде времени» [1–3].

И действительно, в России установлены одни из самых жестких (и безопасных) в мире нормативов ЭМП промышленной этиологии, в соответствии с которыми проектируются и строятся объекты электроснабжения.

При анализе результатов специальной оценки условий труда (СОУТ) на рабочих местах с идентифицированным ЭМП  $f=50$  Гц в очень редких случаях можно зафиксировать превышение предельно-допустимого уровня электромагнитного излучения (ЭМИ).

С точки зрения санитарно-гигиенического благополучия ЭМП в сравнении с другими физическими производственными факторами (шум, вибрация, микроклимат, освещение) являются самым «неприметным» фактором производственной среды, и реже других идентифицируются как «вредные» (т.е. превышающие предельно-допустимый норматив).

Большинство российских и зарубежных исследований в области магнитобиологии выявили эффекты не-

гитивного биологического действия ЭМП на нервную и эндокринные системы организма человека, а также на головной мозг [4–6]. При этом, большинство исследований имели социальную направленность, и фокусировались источниках ЭМИ слабой генерации: бытовых гаджетов, базовых станциях операторов мобильной связи.

При изучении источников ЭМП промышленной этиологии внимание исследователей концентрировалось, прежде всего, на сверхмощных источниках ЭМИ. При этом, в области магнитобиологии отмечено незначительное количество исследований механизмов хронического действия слабых промышленных ЭМП  $f=50$  Гц на организм мужчин и женщин (в отдельности), работающих в условиях Крайнего Севера на предприятиях нефтяной и газовой промышленности [10–12].

#### Объект и методы исследования

С учетом ряда исследований влияния ЭМП на ткани органов человека, в части изменения собственных частот сердца — 700–800 Гц [7–9], мы остановим свое внимание на ЭМП  $f=50$  Гц (производственного фактора со вторым (допустимым) классом условий труда по результатам СОУТ) производственной этиологии и их влиянии на ЭКГ-параметры работников газоперерабатывающего завода (ГПЗ) зрелого возраста в контексте гендерных различий и климатических экофакторов Крайнего Севера [13–14].

Исследование проводилось среди операторов и машинистов технологических установок ГПЗ, расположенного на территории Сургутского района Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Все было 60 испытуемых среднего возраста (от 35 до 40 лет), не имеющих избыточного веса и заболеваний сердечно-сосудистой системы, общий трудовой стаж которых в условиях хронического действия ЭМП  $f=50$  Гц не менее 5 лет. Регистрация ЭКГ-параметров (миокард (%), ритм (%), пульс (уд./мин.)) производилась в весеннее время, в рамках ежегодного периодического медицинского осмотра, методом электрокардиографии при помощи прибора «КардиоВизор-06с» (с программным обеспечением).

Исследуемые работники были разделены на 4 подгруппы (по 15 человек) по гендерному признаку, а также с учетом наличия и отсутствия на их рабочем месте ЭМИ, источниками которого, в данном случае, являлись распределительные щиты и трансформаторы, находящиеся в непосредственной близости от рабочих мест испытуемых.

В наблюдаемую (опытную) группу входили 15 мужчин и 15 женщин, подверженных влиянию ЭМП  $f=50$  Гц, контрольную группу составили из такого же количество мужчин и женщин (что и в опытной группе), возраст

и состояние условий труда которых (для чистоты эксперимента) соответствовали наблюдаемой группе. Единственным различием контрольной группы от опытной состояло отсутствие на рабочих местах представителей контрольной группы всего лишь одного физического (потенциально опасного) производственного фактора — ЭМИ.

#### Результаты исследования и их обсуждение

В результате сравнительного статистического анализа динамики ЭКГ-параметров установлено увеличение значений показателей «Миокард» и «Ритм» у работников ГПЗ, находящихся в условиях действия ЭМП  $f=50$  Гц: у женщин *миокард* возрастает на 2,4 % (со значения  $Mean=16,8$  % до  $Mean=19,2$  %), у мужчин на 0,47 % (со значения  $Mean=14,6$  % до  $Mean=15,07$  %); *ритм* у женщин возрастает на 13,8 % (без ЭМП  $Mean=21,27$  %, с ЭМП  $Mean=35,07$  %), у мужчин на 11,1% (без ЭМП  $Mean=18,5$  %, с ЭМП  $Mean=29,6$  %).

У большинства обследуемых выявлены изменения показателя «Ритм» в виде умеренной тахикардии. При этом, количество женщин с умеренной тахикардией, на рабочих местах которых присутствовало ЭМИ, составило 13, что на 2 чел. больше, чем в контрольной группе. В группе мужчин неподверженных воздействию ЭМП было выявлено — 9 человек с умеренной тахикардией, с ЭМП — 12 и 2 работника с умеренной брадикардией.

У женщин, работающих не в условиях действия ЭМИ, ЭКГ-параметр «Пульс» составляет  $Mean=79,47$  уд./мин., в свою очередь у женщин, работающих в условиях действия ЭМИ,  $Mean=90,6$  уд./мин. (на 11 уд./мин. больше, чем в контрольной группе).

В группе мужчин значения пульса в условиях действия ЭМИ увеличивается в 2 раза меньше, чем у женщин (всего на 5 уд./мин.). Так, у мужчин, на которых не воздействует ЭМИ, ЭКГ-параметр «Пульс» составляет  $Mean=76,93$  уд./мин., а у мужчин в условиях действия ЭМИ,  $Mean=82,27$  уд./мин.

Результаты исследования различий между ЭКГ-параметрами работников ГПЗ при воздействии ЭМП  $f=50$  Гц (и в условиях его отсутствия), полученные при помощи методов параметрической статистики с использованием критерия Стьюдента ( $p<0,05$ ), представлены ниже в таблицах 1 и 2.

Данные, представленные в таблицах 1 и 2, говорят о том, что для сравниваемых ЭКГ-параметров женщин и мужчин без воздействия ЭМП статистически значимыми ( $p<0,05$ ) были различия при сравнении показателя «Миокард», т.к. значения критерия Стьюдента составляли:  $t\text{-value} = 2,68$  и  $p = 0,01$  (табл. 1). В условиях действия

Таблица 1.

Результаты сравнительной оценки различий ЭКГ-параметров работников ГПЗ при отсутствии ЭМП f=50 Гц

Valid (N)=15	Mean 1	Mean 3	t-value	p	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio — Variances	p — Variances
Миокард								
Гр. 1 и 3	16,80	14,60	2,68	0,01	2,86	1,40	4,14	0,01
Ритм								
Гр. 1 и 3	21,27	18,47	0,70	0,49	13,70	7,28	3,54	0,02
Пульс								
Гр. 1 и 3	79,47	76,93	0,61	0,54	10,40	12,17	1,37	0,56

Примечание. Гр. 1 — женщины (без ЭМП); Гр. 2 — мужчины (без ЭМП); Valid (N) — объем выборки; Mean — средние значения ЭКГ-параметра; t-value — значение рассчитанного программой t-критерия Стьюдента; df — число степеней свободы = 28; p — вероятность ошибочно отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии различий между средними значениями показателя; Std.Dev. — стандартное отклонение выборки; F-ratio, Variances — значение F-критерия Фишера, с помощью которого проверяется гипотеза о равенстве дисперсий в сравниваемых выборках; P, Variances — вероятность ошибки для F-теста Фишера

Таблица 2.

Результаты сравнительной оценки различий ЭКГ-параметров работников ГПЗ в условиях действия ЭМП f=50 Гц

Valid (N)=15	Mean 2	Mean 4	t-value	p	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio — Variances	p — Variances
Миокард								
Гр. 2 и 4	19,20	15,07	4,20	0,00	3,49	1,53	5,17	0,00
Ритм								
Гр. 2 и 4	35,07	29,60	0,93	0,36	19,85	10,99	3,26	0,03
Пульс								
Гр. 2 и 4	90,60	82,27	1,90	0,07	13,29	10,61	1,57	0,41

Примечание. Гр. 2 — женщины (с ЭМП); Гр. 4 — мужчины (с ЭМП)

ЭМП значения критерия Стьюдента составляли: t-value = 4,20 и p = 0,00 (табл. 2).

Таким образом, было обнаружено гендерное различие по анализируемому (исследуемому) ЭКГ-параметру «Миокард». Однако, не было получено статистически значимых различий при сравнении показателей «Ритм» и «Пульс» среди работников ГПЗ, подверженных воздействию ЭМП.

### Выводы

Результаты проведенного исследования ЭКГ-параметров работников ГПЗ позволяют предположить, что адаптационные возможности организма, в части реакции сердечной деятельности на хроническое действие ЭМП f=50 Гц, выше мужчин, чем у женщин. Отклонения от нормы ЭКГ-параметров наиболее значимыми зафиксированы работниц ГПЗ, подверженных влиянию ЭМП промышленной частоты (табл. 2).

В рамках риск-ориентированного подхода к вопросам профилактики несчастных случаев и профессиональных заболеваний на объектах нефтяной и газовой промышленности Сибири следует уделять особое внимание вопросам промышленной экологии, связанным с нормированием воздействия потенциально вредных производственных факторам (в особенности на организм женщин, ЭМП f=50 Гц), работающих на предприятиях топливно-энергетического комплекса (ТЭК), в условиях Крайнего Севера.

К мерам профилактики негативного воздействия ЭМИ на организм работников ГПЗ рекомендовано отнести организационные мероприятия, связанные с коррекцией режима труда и отдыха (в части режима работы, плана нагрузок). В целях профилактики развития ранних болезней и патологий работы сердца следует периодически проводить скрининговые экспресс-мониторинги ЭКГ-параметров работников опасных производственных объектов, от состояния здоровья которых зависти безаварийна работа предприятий ТЭК.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // Human. Sport. Medicine. — 2021. — Vol. 21 (1). — Pp. 145–149.
2. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1047. P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
3. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
4. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
5. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
6. Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Филатова О.Е., Чемпалова Л.С. Реакция сердечно-сосудистой системы женщин на гипертермические воздействия // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2022 — №3. — С.27–39. 27 DOI: 10.12737/2306-174X-2022-26-32
7. Буданов В.Г., Попов Ю.М., Филатов М.А., Кухарева А. Хронология Возникновения трех видов систем. //Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2022. — №3. — С.40–52. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-33-41
8. Газя Г.В., Еськов В.В., Орлов Е.В., Стратан Н.Ф. Влияние факторов севера и промышленного производства на возрастные изменения работы сердца Вестник новых медицинских технологий. — 2022. — Т. 29. — №1. — С.106–109. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-1-106-109
9. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Музиева М.И., Самойленко И.А. Теория динамического хаоса не может описывать биосистемы // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2022 — №3. — С.87–95. 87 DOI: 10.12737/2306-174X-2022-60-71
10. Зимин М.И., Пятин В.Ф., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Что общего между «Fuzziness» L.A. Zadeh И «Complexity» W. Weaver в кибернетике. //Успехи кибернетики. — 2022, — 3(3). — Стр.102–112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11
11. Козулица Г.С., Пятин В.Ф., Кухарева А., Байтуев И.А. Три великие проблемы Гинзбурга и три реальные проблемы биомедицины. //Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2022. — №3. — С.5–14. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-5-14
12. Филатов М.А., Прохоров С.А., Ивахно Н.В., Головачева Е.А., Игнатенко А.П. Возможности моделирования статистической неустойчивости выборок в физиологии. // Вестник новых медицинских технологий. — 2020. — Т. 27. — № 2. — С. 120–124.
13. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Еськов В.В., Мандрыка И.А. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации. //Успехи кибернетики. — Успехи кибернетики. — 2020. — Т. 1, №3. — С. 41–49.
14. Хадарцева К.А., Филатова О.Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. — 2022. — 3(3). — С. 92–101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.

© Газя Геннадий Владимирович (safety.ot86@gmail.com); Еськов Валерий Матвеевич (filatovmik@yandex.ru);  
Газя Наталья Федоровна (nata\_stratan@mail.ru); Еськов Валерий Валерьевич (firing.squad@mail.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»