

УДК 331.43

**Газя Геннадий Владимирович**

кандидат биологических наук,  
доцент кафедры безопасности жизнедеятельности  
Сургутский государственный университет  
safety.ot86@gmail.com

**Белошенко Дарья Васильевна**

преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности,  
Сургутский государственный университет  
[d.beloshhenko@mail.ru](mailto:d.beloshhenko@mail.ru)

**Gennadii V. Gazia**

PhD, associate professor, department of life safety,  
Surgut state University,  
safety.ot86@gmail.com

**Daria V. Beloshchenko**

lecturer, department of life safety,  
Surgut state University,  
d.beloshhenko@mail.ru

**ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ РАБОТНИЦ  
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

**EVALUATION OF ELECTROCARDIOGRAPHIC PARAMETERS OF  
CARDIOVASCULAR SYSTEM OF FEMALE WORKERS OF OIL AND  
GAS COMPLEX UNDER CONDITIONS OF ELECTROMAGNETIC  
FIELDS EXPOSURE**

*Аннотация.* В результате сравнительного анализа электрокардиографических параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) работниц Завода по стабилизации газового конденсата им. В. С. Черномырдина ООО «Газпром переработка» (ЗСК) до и после 35 лет методами классической статистики удалось установить, что уровень адаптационных процессов организма работниц завода, подверженных воздействию электромагнитных полей промышленной частоты ( $f=50$  Гц) в рамках трудового процесса, находится в менее стабильном режиме по сравнению с работницами ЗСК, на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда неионизирующее излучение в качестве производственного фактора не идентифицировано.

Оценка электрокардиографических параметров работников нефтегазового комплекса, находящихся в условиях воздействия

*физических факторов производственной среды, является перспективным инструментом реализации риск-ориентированного подхода к профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний.*

**Ключевые слова:** *сердечно-сосудистая система, электрокардиографические параметры, воздействие электромагнитного поля.*

**Abstract.** *As a result of a comparative analysis of the electrocardiographic parameters of gas processing plant female workers before and after 35 years, using the methods of classical statistics, it was succeeded to establish that the level of adaptation processes of an organism of gas processing plant female workers, which are subject to influence of electromagnetic fields of industrial frequency (Hz  $f=50$ ) within labor process is in less stable mode in comparison with gas processing plant female workers, at whose workplaces according to the results of the special assessment of working conditions, non-ionizing radiation was not detected as a production factor.*

*Assessment of electrocardiographic parameters of oil and gas complex workers who are in conditions of exposure of physical factors of the production environment is the perspective instrument of realization of risk-oriented approach to prevention of occupational injuries and occupational diseases.*

**Key words:** *cardiovascular system, electrocardiographic parameters, electromagnetic field exposure.*

**Введение.** По данным, получаемым из медицинских организаций ХМАО-Югры, проводящих профилактическое обследование персонала предприятий нефтегазового комплекса, у 40% работников регистрируется высокий уровень холестерина, у 25% выявляются повышенные уровни артериального давления, у 20% - устойчивые отклонения функции сердца на электрокардиограмме. Эти изменения в 90% случаев протекают без нарушения самочувствия. При отсутствии своевременного и адекватного лечения становятся необратимыми. Одним из признаков необратимости является отсутствие ожидаемого эффекта от ранее назначенных медикаментов в связи с развитием невосприимчивости к ним головного мозга, сердца, почек, артерий глазного дна, артерий нижних конечностей, кишечника, иммунной и эндокринной систем.

Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 19.08.2016 № 438 работодателям рекомендуется включать в положение о системе управления охраной труда, с учетом специфики деятельности предприятия, раздел, регламентирующий процедуру организации и проведения наблюдения за состоянием здоровья работников.

Политика по охране труда на любом предприятии должна обеспечивать выполнение последовательных и непрерывных мер по предупреждению происшествий и случаев ухудшения состояния здоровья работников, производственного травматизма и профессиональных

заболеваний, в том числе посредством управления профессиональными рисками.

С целью организации и проведения процедуры наблюдения за состоянием здоровья работников, работодатель исходя из специфики своей деятельности организует проведение за счет собственных средств обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров, психиатрических освидетельствований, химико-токсикологических исследований работников (при необходимости).

К сожалению, выше перечисленные мероприятия не являются исчерпывающими и не дают работодателю возможность исключить на предприятии несчастные случаи, связанные с общим заболеванием работника, рост которых зафиксирован на территории РФ за последнее время [6].

В первом полугодии 2019 года по данным Управления по труду Администрации г. Сургута [9] на предприятиях г. Сургута, зарегистрировано 11 несчастных случаев со смертельным исходом, не связанных с производством, по причине общего заболевания. По сравнению с аналогичным периодом 2018 года количество смертельных несчастных случаев по причине общих заболеваний на производственных предприятиях г. Сургута снизилось незначительно и продолжает оставаться на высоком уровне (Рис. 1).

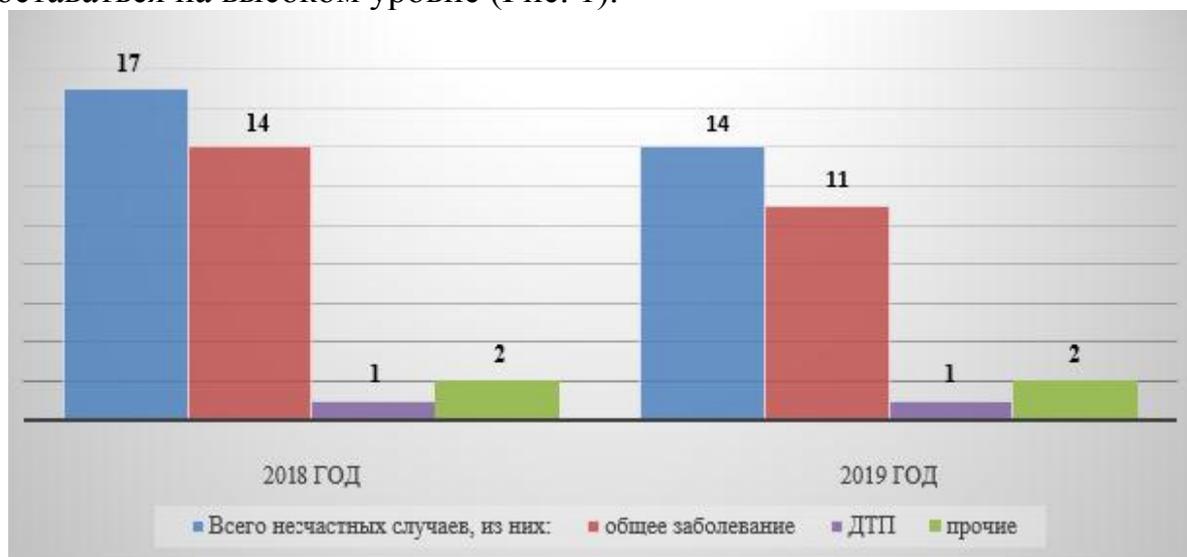


Рис. 1. Анализ несчастных случаев с тяжелыми и смертельными последствиями, произошедших в первом полугодии 2019 года в организациях города Сургута, не связанных с производством

С целью раннего выявления факторов риска развития хронических заболеваний (атеросклероз артерий, ишемическая болезнь сердца, ишемическая болезнь головного мозга, гипертоническая болезнь, нарушения ритма сердца, почечная недостаточность, сахарный диабет и др.), приводящих к инвалидности и преждевременной смертности (в т.ч. на

производстве) необходимо на регулярной основе на базе структурных подразделений предприятий нефтегазового комплекса проводить скрининговый экспресс-мониторинг электрокардиографических параметров сердечно-сосудистой системы работников, находящихся в условиях действия вредных и потенциально опасных производственных факторов.

В офисных зданиях и на территориях баз производственного предприятий нефтегазовой отрасли необходимо массово создавать «Уголки здоровья», укомплектованные автоматическими тонометрами, аптечками первой медицинской помощи, весами, средствами скрининговой экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, а также учебными пособиями, повышающими культуру самодиагностики работников.

Состояния профессионально важных психофизиологических, психических функций, а также физиологических систем, таких как, кардиореспираторная, нервно-мышечная, сердечно-сосудистая системы у работников на производстве, характеризует их способность выполнять работу качественно с применением безопасных приемов труда [7,8].

Достижение высоких результатов производственной деятельности не возможно без эффективных мероприятий по оптимизации функционального состояния работника, к которым относят скрининговый экспресс-мониторинг функционального состояния ССС работника в процессе трудовой деятельности.

**Объект и методы исследования.** В ходе настоящего исследования производилось обследование параметров ССС работниц *Завода по стабилизации газового конденсата* им. В. С. Черномырдина ООО «Газпром переработка» (ЗСК), расположенном на территории Сургутского района. Данные регистрировались в весеннее время года на базе ММУ «Городской поликлиники №1» г. Сургута в рамках периодического медицинского осмотра. Всего было обследовано 60 женщин, из которых 30 человек в возрастном диапазоне от 25 до 55 лет в двух возрастных подгруппах (до и после 35 лет) по 15 человек каждая. Данные работницы вошли в состав наблюдаемой группы, представители которой в соответствии с п.п. 3.2.2.1-3.2.2.4 приложения 1 к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 302н от «12» апреля 2011 года, подвержены хроническому воздействию *электромагнитного поля (ЭМП) промышленной частоты (ПЧ)*.

Одновременно проводился мониторинг параметров ССС идентичной по численности, возрастному и гендерному признакам контрольной группы, состоящей также из двух возрастных подгрупп (до и после 35 лет) по 15 человек каждая, сформированных из работниц ЗСК, имеющих на своих рабочих местах те же производственные факторы, что и представители опытной группы, за исключением одного – ЭМП ПЧ ( $f=50$  Гц).

Информация о состоянии электрокардиографических параметров ССС (миокард, ритм, пульс, P-Q, Q-T, Q-Tс, Р) была получена на базе прибора «КардиоВизор–06с» (программное обеспечение для скрининговых исследований сердца) [5].

Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft Excel*. Статистическая обработка полученных электрокардиографических данных осуществлялась при помощи программных продуктов «*ExcelMSOffice-2016*» и «*Statistica 10*». Соответствие структуры данных закону нормального распределения оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка (для  $n < 50$ ). Сравнение групп осуществлялось с использованием параметрического критерия Стьюдента для оценки наличия различий между группами (*t*-тест для сравнения средних значений двух независимых выборок (*t-test, independent, bygroups*)) [2,8].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Изначально для всех групп испытуемых был выполнен сравнительный статистический анализ динамики электрокардиографических параметров ССС работниц ЗСК до и после 35 лет в условиях действия ЭМП и без такового. В качестве примера представлены результаты анализа интегральных индикаторов по 3 показателям: «миокард» (%), «ритм» (%) и «пульс» (уд./мин.).

Производилась идентификация исследуемых показателей на соответствие закону нормального распределения. Поскольку дискретные значения электрокардиографических параметров ССС имеют распределение, отличное от нормального, все данные представлены *средними значениями (Mean), стандартным отклонением (σ), доверительным интервалом (Conf. limits for means: Interval ±95%), а также минимумом (min) и максимумом (max)* (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты статистической обработки электрокардиографических параметров ССС работниц ЗСК до и после 35 лет**

Работницы ЗСК	Нормальность распределения		Описательная статистика					
	W	P	Mean	σ	Conf. limits for means: Interval -95%	Conf. limits for means: Interval +95%	min	max
<b>Миокард</b>								
1 гр.	0,91	0,14	15,13	1,46	14,33	15,94	12	18
2 гр.	0,89	0,06	16,47	2,39	15,15	17,79	14	21
3 гр.	0,88	0,05	16,80	2,86	15,22	18,38	14	23
4 гр.	0,89	0,07	19,20	3,49	17,27	21,13	15	25
<b>Ритм</b>								
1 гр.	0,93	0,27	18,6	7,66	14,36	22,84	6	29
2 гр.	0,89	0,07	23,4	10,05	17,84	28,96	10	40
3 гр.	0,94	0,40	21,3	13,70	13,68	28,86	3	46
4 гр.	0,93	0,23	35,1	19,85	24,08	46,06	10	74
<b>Пульс</b>								
1 гр.	0,92	0,20	77,00	9,91	71,51	82,49	62	91

2 гр.	0,97	0,81	84,60	9,45	79,37	89,83	66	101
3 гр.	0,94	0,38	79,47	10,40	73,71	85,23	66	100
4 гр.	0,94	0,35	90,60	13,29	83,24	97,96	72	111

\*Примечание: 1 гр. – женщины до 35 лет (без ЭМП); 2 гр. – женщины до 35 лет (с ЭМП); 3 гр. – женщины после 35 лет (без ЭМП); 4 гр. – женщины после 35 лет (с ЭМП).

**W** – критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) для проверки типа распределения признака; **p** – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка (критическим уровнем значимости принят  $p < 0,05$ ), **Mean** – средние арифметические значения;  **$\sigma$**  – стандартные отклонения; **Conf. limits for means: Interval %** – доверительные пределы для средних: ширина доверительного интервала; **min** – минимальные значения; **max** – максимальные значения.

Из таблицы 1 видно, что в условиях воздействия ЭМП у женщин, как *до*, так и *после* 35 лет наблюдается увеличение значений электрокардиографических параметров ССС по всем трем показателям. Наименьшие значения миокарда имеют женщины до 35 лет (15,1%), у женщин в условиях воздействия ЭМП значение показателя «миокард» составляет уже 16,4%. У женщин после 35 лет «миокард» = 16,8%, а у работниц ЗСК, подвергнутых воздействию ЭМП, «миокард» уже увеличивается до 19,2% [3,4].

При регистрации электрической активности миокарда в покое и в условиях воздействия ЭМП также были выявлены изменения *ритма сердца* в форме умеренной тахикардии у всех групп обследуемых. Так, в группе женщин до 35 лет в условиях воздействия ЭМП и без таковых, число работниц с умеренной тахикардией составило 8 и 12 соответственно, а после 35 лет: без воздействия ЭМП – 11, с ЭМП – 13. У женщин до 35 лет ритм = 18,6%, у женщин в условиях воздействия ЭМП – 23,4%; после 35 лет – 21,3%, у работниц ЗСК (с ЭМП) – 35,1%.

Аналогичная динамика прослеживается и по показателю «пульс». У женщин до 35 лет пульс составляет 77 уд./мин., в условиях воздействия ЭМП – 84,6 уд./мин.; после 35 лет – 79,5 уд./мин., а у работниц ЗСК в условиях воздействия ЭМП пульс увеличивается до 90,6 уд./мин.

Отметим, что наибольшие значения по всем 3 показателям наблюдаются именно у женщин (работниц ЗСК) **после 35 лет в условиях воздействия ЭМП**: функция миокарда – 19,2%; ритм – 35,1; пульс – 90,6 уд./мин., что является пограничным состоянием [1]. Полученные результаты позволяют выдвинуть предположение о том, что ЭМП и другие производственные факторы оказывают негативное воздействие в большей степени на ССС работниц в возрасте 40-50 лет, сопровождающиеся повышенной стресс-реакцией организма.

Были получены статистически значимые различия при сравнении электрокардиографических параметров ССС женщин, как *до*, так и *после* 35 лет в условиях воздействия ЭМП, о чем свидетельствуют результаты таблицы 2.

**Результаты применения парного критерия Стьюдента для оценки  
наличия различий между средними значениями  
электрокардиографических параметров ССС работниц ЗСК до и после  
35 лет**

Valid(N)=15	Mean 1	Mean 2	t-value	p	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio – Variances	p - Variances
<b>Миокард</b>								
Гр. 1 и 2	15,13	16,47	-1,85	0,08	1,46	2,39	2,68	0,08
Гр. 3 и 4	16,80	19,20	2,06	<b>0,49</b>	2,86	3,49	1,49	0,47
Гр. 1 и 3	15,13	16,80	-2,01	0,054	1,46	2,86	3,85	0,02
Гр. 2 и 4	16,47	19,20	2,50	<b>0,02</b>	2,39	3,49	2,14	0,17
<b>Ритм</b>								
Гр. 1 и 2	18,60	23,40	-1,47	0,15	7,66	10,05	1,72	0,32
Гр. 3 и 4	21,27	35,07	-2,22	<b>0,03</b>	13,70	19,85	2,10	0,18
Гр. 1 и 3	18,60	21,27	-0,66	0,52	7,66	13,70	3,20	0,04
Гр. 2 и 4	23,40	35,07	-2,03	0,052	10,05	19,85	3,90	0,02
<b>Пульс</b>								
Гр. 1 и 2	77,00	84,60	-2,15	<b>0,04</b>	9,91	9,45	1,10	0,86
Гр. 3 и 4	79,47	90,60	2,56	<b>0,02</b>	10,40	13,29	1,63	0,37
Гр. 1 и 3	77,00	79,47	-0,67	0,51	9,91	10,40	1,10	0,86
Гр. 2 и 4	84,60	90,60	-1,43	0,17	9,45	13,29	1,98	0,21

*\*Примечание:* 1 гр. – женщины до 35 лет (без ЭМП); 2 гр. – женщины до 35 лет (с ЭМП); 3 гр. – женщины после 35 лет (без ЭМП); 4 гр. – женщины после 35 лет (с ЭМП).

**Valid(N)**– объем выборки; **Mean**– среднее значение показателя; **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.Dv.**– 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.

По данным таблицы 2 можно убедиться, что в основном все статистические различия были получены только у работниц ЗСК после 35 лет, без и в условиях воздействия ЭМП сравниваемых между собой по всем 3 показателям: «миокард» ( $p=0,05$ ), «ритм» ( $p=0,03$ ) и «пульс» ( $p=0,02$ ). Статистически достоверные различия были зафиксированы также у работниц ЗСК до 35 лет, находящихся в условиях хронического действия ЭМП ( $f=50$  Гц) и без такового по показателю «пульс» ( $p=0,04$ ). Отметим, что максимальное различие было установлено между работницами ЗСК до и после 35 лет по показателю «миокард», работающих в условиях воздействия ЭМП ( $p=0,02$ ).

Полученный результат позволяет сделать вывод о том, что ЭМП ПЧ оказывают раздражающее (стрессорное) воздействие на состояние ССС женщин, именно в возрасте 25-35 лет, сопровождающееся суммарным эффектом вегетативной регуляции кровообращения, а также повышенной стресс реакцией организма. У женщин после 35 лет, мы наблюдаем уже общий дисбаланс показателей функциональных систем организма, который может переходить в патологию ССС.

**Выводы.** В результате сравнительного анализа электрокардиографических параметров ССС работниц ЗСК до и после 35 лет методами классической статистики удалось установить, что уровень

адаптационных процессов организма работниц ЗСК, в рамках трудового процесса, не попадающих под действие ЭМП, находится в более стабильном режиме по сравнению с работницами ЗСК, организм которых подвержен воздействию ЭМП.

В целях поддержания стабильности работы функциональных систем человека (в т.ч. ССС), находящегося в условиях хронического воздействия физических факторов производственной среды, авторами предлагается повышать культуру самодиагностики среди работников, осуществляющих свои трудовые функции на предприятиях нефтегазового комплекса, в рамках проведения «Дней здоровья».

Уровень производственного травматизма от преждевременной смертности по причине заболевания ССС поможет снизить мероприятие по организации «Уголков здоровья» на базе комнат отдыха и психологической разгрузки, где работник сможет самостоятельно определить уровень артериального давления и провести экспресс-диагностику электрокардиографических параметров собственной сердечно-сосудистой системы.

#### *Литература*

1. Goraca, A.; Ciejka, E. & Piechota, A. *Effects of extremely low frequency magnetic field on the parameters of oxidative stress in heart. J. Physiol. Pharmacol.*, 61(3):333-8, 2010.

2. Григоренко В.В., Еськов В.М., Лысенкова С.А., Микишина В.С. Алгоритм автоматизированной диагностики динамики возрастных изменений параметров сердечно-сосудистой системы при нормальном старении в оценке биологического возраста // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017. Т. 16. № 2. С. 357-362.

3. Еськов В.В., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Иляшенко Л.К. Особенности возрастных изменений кардиоинтервалов у жителей севера России // Экология человека. 2019. № 2. С. 21-26.

4. Живогляд Р.Н., Башкатова Ю.В., Воробей О.А., Лупынина Е.Ю. Сравнительный анализ показателей функциональной системы организма населения Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2018. № 1. С. 16-23.

5. Программное обеспечение для скрининговых исследований сердца КардиоВизор–Обс. Руководство пользователя. МКС. 76 с.

6. Чайкун Т. В. Здоровье работников – задача номер один // Практикум по охране труда. 2019. № 5. М.: Охрана труда и социальное страхование, 2019. С. 39-40.

7. Экологические факторы Ханты-Мансийского автономного округа. Часть II. Безопасность жизнедеятельности человека на Севере РФ: / В.М. Еськов [и др.]. Самара: «ОФОРТ», (гриф РАН), 2004. 177 с.

8. Якунин В.Е., Башкатова Ю.В., Мороз О.А., Куропаткина М.Г. Хаотическая регуляция параметров сердечно-сосудистой системы человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2018. № 4. С. 15-23.

9. Администрация города Сургу́та: [сайт]. URL: <http://admsurgut.ru/rubric/21303/Travmatizm-v-organizaciyah-goroda>

#### **Literature**

1. Gorasa, A.; Ciejka, E. & Piechota, A. Effects of extremely low frequency magnetic field on the parameters of oxidative stress in heart. *J. Physiol. Pharmacol.*, 61(3):333-8, 2010.

2. Grigorenko V.V., Eskov V.M., Lysenkova S.A., Mikshina V.S. An algorithm of the automated diagnostics of dynamics of age changes of parameters of a cardiovascular system at normal aging in assessment of biological age//*Systems analysis and management in biomedical systems*. 2017. T. 16. No. 2. Page 357-362.

3. Eskov V.V., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Filatova D. Yu., Ilyashenko L.K. Features of age changes of cardiointervals at inhabitants of the North of Russia//*Ecology of the person*. 2019. No. 2. Page 21-26.

4. Zhivoglyad R.N., Bashkatova Yu.V., Vorobey O.A., Lupynina E.Yu. Contrastive analysis of indicators of a functional system of an organism of the population of Yugra//*Complexity. Reason. Postneklassika*. 2018. No. 1. Page 16-23.

5. The software for screening researches of heart Kardiovizor-06s. User guide. ISS. 76 pages.

6. Chaikong T. V. Health of workers – task number one//*the Workshop on labor protection*. 2019. No. 5. M.: Labor protection and social insurance, 2019. Page 39-40.

7. Ecological factors of Khanty-Mansi Autonomous Okrug. Part II. Health and safety of the person in the north of the Russian Federation: / V.M. Eskov [etc.]. Samara: "ETCHING", (signature stamp of RAS), 2004. 177 pages.

8. Yakunin V.E., Bashkatova Yu.V., Moroz O.A., Kuropatkina M.G. Chaotic regulation of parameters of a cardiovascular system of the person//*Complexity. Reason. Postneklassika*. 2018. No. 4. Page 15-23.

9. City administration of Surgut: [website]. URL: <http://admsurgut.ru/rubric/21303/Travmatizm-v-organizaciyah-goroda>