

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА НЕЙРОВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА  
ПРИЕЗЖЕГО НАСЕЛЕНИЯ ЮГРЫ

О.Е. ФИЛАТОВА\*, Е.Г. МЕЛЬНИКОВА\*\*, Л.С. ШАКИРОВА\*, Д.Ю. ХВОСТОВ\*\*, С.И. ФАДЮШИНА\*\*

\*ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований  
Российской академии наук», Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте,  
ул. Базовая, д. 34, г. Сургут, 628400, Россия

\*\*БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»,  
ул. Ленина, д. 1, Сургут, 628400, Россия

**Аннотация.** Проблема увеличения продолжительности жизни человека на Севере РФ тесно связана с изучением состояния сердечно-сосудистой системы и в частности с состоянием нейровегетативного комплекса, ответственного за работу сердца. **Цель исследований** – изучение возрастной динамики параметров симпатической и парасимпатической систем у приезжих женщин северо-запада Сибири (Югры). **Объект и методы исследования.** В рамках Хельсинской декларации с помощью прибора «Элокс-01» обследовались три возрастные группы приезжих женщин Югры (проживающие на Севере более 10 лет). Строились матрицы парных сравнений выборок этих параметров и фазовые портреты на плоскости с координатами  $x_1$  – параметр симпатической системы и  $x_2$  – параметр парасимпатической системы. Нашли площади псевдоаттракторов для этих параметров. **Результаты и их обсуждение.** Доказано отсутствие статистической устойчивости выборок в исследуемых группах, показано достоверное различие между площадью квазиаттракторов для этих трех возрастов. **Выводы.** Поскольку выборки неоднородны (эффект Еськова-Зинченко), то для изучения возрастных изменений нейровегетативной системы предлагается рассчитывать матрицы парных сравнений и площади псевдоаттракторов.

**Ключевые слова:** фазовые портреты, квазиаттракторы, женское население, эффект Еськова-Зинченко.

AGE DYNAMICS OF NEUROVEGETATIVE STATUS OF THE COMING POPULATION OF UGRA

O.E. FILATOVA\*, E.G. MELNIKOVA\*\*, L.S. SHAKIROVA\*, D.YU. HVOSTOV\*\*, S.I. FADYUSHINA\*\*

\*Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences,  
Bazovaya Str., 34, Surgut, 628400, Russia

\*\*Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, 628400, Russia

**Abstract.** The problem human life expectancy increasing in the North of the Russian Federation is closely related to the study of the cardiovascular system state and, in particular, with the state of the neurovegetative complex responsible for the work of the heart. **The research purpose** is to study the age-related dynamics of the sympathetic and parasympathetic systems parameters in women coming from the North-West of Siberia (Ugra). **Objet and methods.** Within the framework of the Declaration of Helsinki, using the Elox-01 device, three age groups of women coming from Ugra (living in the North for more than 10 years) were examined. Pairwise comparison matrices of these parameters samples, phase portraits on the plane with coordinates  $x_1$  - parameter of the sympathetic system and  $x_2$  - parameter of the parasympathetic system were built. The areas of pseudo-attractors for these parameters were found. **Results:** the absence of statistical stability of the samples in the studied groups was proved; a significant difference between the area of quasi attractors for these three ages was shown. **Conclusions.** Since the samples are heterogeneous (the Eskov-Zinchenko effect is observed), it is proposed to calculate Pairwise comparison matrices and the areas of pseudo-attractors to study age-related changes in the neurovegetative system.

**Keywords:** phase portraits, quasi-attractors, female population, Eskov-Zinchenko effect.

**Введение.** Работа и проживание на Севере РФ сопровождается напряжением различных функциональных систем организма человека и в первую очередь речь идет о *сердечно-сосудистой системе* (ССС). Важным блоком регуляции СССР (и ее работы) является *вегетативная нервная система* (ВНС), ее два основных блока: *симпатическая ВНС* (СВНС) и *парасимпатическая ВНС* (ПВНС). Правильная работа этих систем может обеспечить пролонгацию жизни человека на Севере и комфортную старость [3-9, 11, 14, 22, 23, 25].

Поскольку в физиологии СССР был открыт *эффект Еськова-Зинченко* (ЭЭЗ), который проявляется в отсутствии устойчивости выборок параметров СССР (как для одного испытуемого, так и для группы), то



С учетом реальности ЭЭЗ мы построили в двумерном фазовом пространстве состояний вектора  $x(t)=(x_1, x_2)^T$  90 фазовых портретов состояния ВНС для всех трех возрастных групп. На рис. 1 мы представляем характерные два фазовых портрета ВНС двух женщин (из 1-й возрастной группы и 3-й возрастной группы). Можно видеть, что размеры площадей псевдоаттракторов  $S_1$  для ПА1 и  $S_2$  для ПА2 различаются. Более того, различаются и координаты центров этих КА.

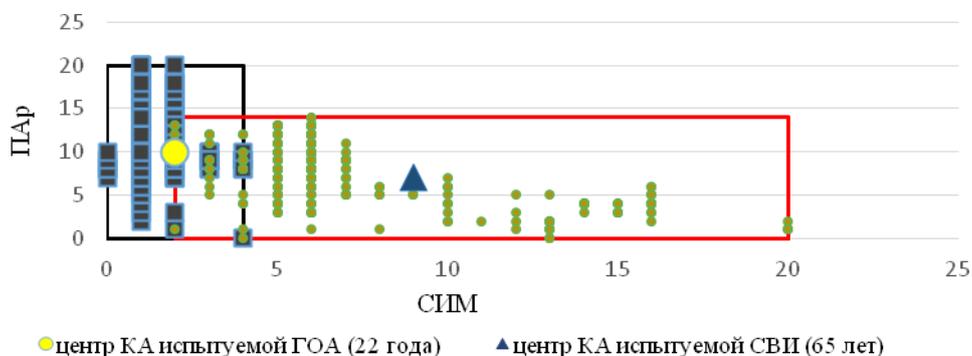


Рис. 1. Фазовые портреты состояния ВНС младшей возрастной группы приезжих (испытуемая ГОА (22 года)  $S_1=16$  у.е.) и старшей возрастной группы приезжих (испытуемая СВИ (65 лет)  $S_2=396$  у.е.)

В качестве итогового примера поведения площадей  $S$  для ПА всех 3-х возрастных групп мы представляем табл. 2, где представлены средние значения  $\langle S_1 \rangle$  для младшей возрастной группы и  $\langle S_2 \rangle$  для старшей группы (всего по 15 испытуемых). Такие  $S$  для этих двух сравниваемых групп. Площади  $S$  для ПА и координаты центров ПА могут объективно показывать (характеризовать) возрастные особенности ВНС.

Отметим, что сами параметры СВНС и ПВНС для этих возрастных групп с позиций статистики также демонстрируют различия. Это представлено на рис. 2, где вертикальные столбы показывают средние значения СВНС и ПВНС для этих трех возрастных групп. Очевидно (на рис. 2) нарастания показателя симпатической ВНС и представлена в рамках модели Ферхюльста-Пирла с насыщением.

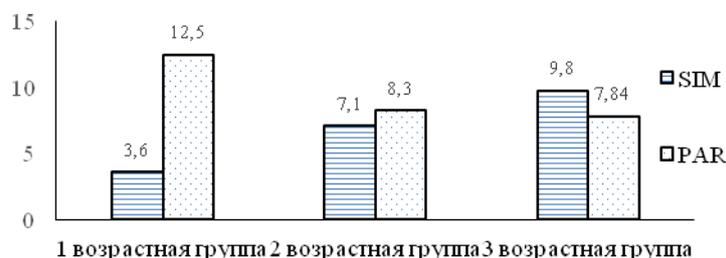


Рис. 2. Гистограмма усреднённых значений индекса активности SIM и PAR для ВНС в у.е. для разных возрастных групп женщин пришлое население

При этом нарастание СВНС описывается уравнением  $dx_1/dt=(a-bx_1)x_2$  при условии, что параметры модели удовлетворяют неравенству  $x_{10} \leq a/b$ , где  $x_{10}$  начальное значение  $x_1$  (для младшей возрастной группы). Наоборот, динамика поведения ПВНС  $-x_2(t)$  описывается этим же сравнением, но начальное условие было  $x_{20} \geq a/b$ . В этом случае все данные по  $x_2$  лежат выше отрицательной асимптоты  $x_{c2} = a/b$ . Иными словами мы имеем убывающую зависимость [4, 22, 23, 25].

В данных исследованиях доказано отсутствие статистической устойчивости выборок СВНС и ПВНС для группы одного (любого из трех) возраста испытуемого. Мы не можем получить однородную выборку (они статистически существенно различаются,  $p < 0,00$ ). Это показали все 6 матриц для СВНС и 6 матриц для ПВНС. В итоге мы перешли к расчету параметров квазиаттракторов в двумерном фазовом пространстве состояний переменных СВНС  $-x_1$  и ПВНС  $-x_2$ .

Расчет параметров псевдоаттракторов показал, что сами площади  $S$  для ПА и их координаты центров существенно различаются для всех трех возрастных групп. Эти площади  $S$  являются количественной характеристикой состояния ВНС каждой возрастной группы. Это открывает новые перспективы для персонализированной медицины и экологии человека.

Анализ возрастной динамики средних значений  $x_1$  и  $x_2$  для этих трех групп показал, что ее можно описывать в рамках известных кривых с насыщением (уравнение Ферхюльста-Пирла  $dx/dt=(a-bx)x$ ). Характерно, что СВНС описывается кривой с перегибом и асимптотой, которая достигается снизу. Однако

ПВНС описывается убывающей кривой (с асимптотой достигается сверху). Очевидно, что для разных групп населения Севера РФ эти уравнения будут иметь различные параметры. Мы изучали параметры ВНС приезжих женщин Югры [1-10, 12-18, 22].

**Выводы.** Детальное изучение выборок параметров СВНС и ПВНС показал, что имеется эффект Еськова-Зинченко. Это означает, что любая выборка уникальна и отсутствует статистическая устойчивость этих выборок. Из-за ЭЗ дальнейшее применение методов статистики не целесообразно – группы теряют однородность. Мы предлагаем использовать методы ТХС. Расчет площадей псевдоаттракторов (в координатах ПАР и СИМ) показал, что имеются различия в параметрах ВНС для всех трех возрастных групп. Старшая возрастная группа всегда показывает разное увеличение площади  $S$  для ПА (рис. 1). Это доказывает большие перспективы дальнейшего применения методов ТХС методов возрастной физиологии и геронтологии.

### Литература

1. Башкатова Ю.В., Денисова Л.А. Мнацаканян Ю.В., Хвостов Д.Ю., Салимова Ю.В. Новые методы изучения статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Вестник новых медицинских технологий. 2020. Т. 27, № 2. С. 133–136.
2. Галкин В.А., Еськов В.В., Пятин В.Ф., Кирасирова Л.А., Кульчицкий В.А. Существует ли стохастическая устойчивость выборок в нейронауках? // Новости медико-биологических наук. 2020. Т.20, №3. С. 126–132.
3. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. 307 с.
4. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю. Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека. Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. 312 с.
5. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденеева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии. // Архив клинической медицины. 2020. Т.29, №3. С. 211–216.
6. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. 248 с.
7. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. 388 с.
8. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. 596 с.
9. Еськов В.М., Мирошниченко И.В., Мнацаканян Ю.В., Журавлева А.Н. Проблема устойчивости гомеостатического регулирования функциональных систем организма // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2019. № 1. С. 73–87.
10. Еськов В.М., Галкин В.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Физические и живые системы различаются существенно // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2020. № 4. С. 52–59.
11. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. 144 с.
12. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития // Успехи кибернетики. 2020. Т.1, №1. С. 64–72.
13. Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике // Успехи кибернетики. 2020. Т. 2, №2. С. 61–67.
14. Козлова В.В., Филатов М.А., Шакирова Л.С., Еськов В.В. Новые подходы в измерении биосистем с позиций «Complexity» W. Weaver и «Fuzziness» L.A. Zadeh // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2021. № 1. С. 83–93.
15. Прохоров С.А., Гумарова О.А., Монастырецкая О.А., Хвостов Д.Ю., Афаневич И.А. Нестабильные системы: проблема однородности групп // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2019. № 1. С. 62–72.
16. Твердислов В.А., Манина Е.А. Возможны ли причинно-следственные связи в науках о биосистемах? // Вестник новых медицинских технологий. 2021. Т. 28, № 1. С. 64–68.
17. Филатов М.А., Григорьева С.В., Горбунов Д.В., Белошенко Д.В., Фадюшина С.И. Неоднородность разовых выборок параметров функциональных систем организма человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2019. № 2. С. 71–79.
18. 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.
19. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Афаневич К.А., Головачева Е.А., Фадюшина С.И. Сравнительная характеристика нейровегетативного статуса аборигенов – жителей Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2020. Т. 27, № 1. С. 125–129.

20. Хадарцев А.А., Зинченко Ю.П., Галкин В.А., Шакирова Л.С. Эргодичность систем третьего типа // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2020. № 1. С. 67–75.
21. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.М., Иляшенко Л.К. Новый эффект в физиологии нервно-мышечной системы человека // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019. Т. 167, № 4. С. 400–404.
22. Чемпалова Л.С., Трофимов В.Н., Мельникова Е.Г., Аксенова Ю.А., Пономарева Н.И. Нейро-вегетативная система приезжих жителей Югры в возрастном аспекте // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2019. № 4. С. 41–47.
23. Filatova O.E., Gudkov A.B., Eskov V.V., Chempalova L.S. The concept of uniformity of a group in human ecology // *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020. №2. P. 40–44.
24. 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 1047. 2021. № 01. P. 20–99. DOI:10.1088/1757-899X/1047/1/012099.
25. Khadartseva K.A., Filatov M.A., Melnikova E.G. The problem of homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North // *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020. №7. P. 27–31.
26. Khadartsev A.A., Eskov V.M., Eskov V.V., Vokhmina J.V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra // *Advances in Gerontology*. 2016. Vol.6, № 3. С. 191–197.

### References

1. Bashkatova YuV, Denisova LA, Mnatsakanyan YuV, Hvastov DYu, Salimova YuV. Novye metody izucheniya statisticheskoy ustoychivosti kardiointervalov [New methods for studying statistical stability of cardiointervals]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. 2020;2:133-6. Russian.
2. Galkin VA, Es'kov VV, Pyatin VF, Kirasirova LA, Kul'chiczkiy VA. Sushhestvuet li stoxasticheskaya ustoychivost' vy'borok v neyronaukax? [Is there a stochastic stability of samples in neuroscience?]. *Novosti medikobiologicheskix nauk*. 2020;20(3):126-32. Russian.
3. Es'kov VV. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i ehvolyuicii complexity: monografiya [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity: monograph]. Tula: izd-vo TulGU, 2016. Russian.
4. Eskov VV, Pyatin VF, Filatova DYu, Bashkatova YuV. Xaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka [Chaos of parameters of homeostasis of the human cardiovascular system]. Samara: «Porto-print»; 2018. Russian.
5. Eskov VV, Bashkatova YuV, Shakirova LS, Vedeneeva TS, Mordvinceva AYU. Problema standartov v medicine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology]. *Arxiv klinicheskoy mediciny*. 2020;29(3):211-6. Russian.
6. Eskov VV, Pyatin VF, Shakirova LS, Melnikova EG. Rol haosa v regulyacii fiziologicheskix funkciy organizma. [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body]. Samara: «Porto-print»; 2020. Russian.
7. Es'kov VM, Galkin VA, Filatova OE. Complexity: khaos gomeostaticeskix sistem [Complexity: chaos of homeostatic systems]. Samara: Izd-vo OOO «Portoprint»; 2017. Russian.
8. Es'kov VM, Galkin VA, Filatova OE. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticeskix sistem [The end of certainty: the chaos of homeostatic systems]. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie; 2017. Russian.
9. Es'kov VM, Miroshnichenko IV, Mnaczkanyan YuV, Zhuravleva AN. Problema ustoychivosti gomeostaticeskogo regulirovaniya funkcional'ny'x sistem organizma [The sustainability problem of homeostatic regulation of functional systems]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2019;1:73-87. Russian.
10. Es'kov VM, Galkin VA, Eskov VV, Filatov MA. Физические и живые системы различаются существенно [Significant difference of physical and living systems]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2020;4:52-9. Russian.
11. Eskov VM, Galkin VA, Pyatin VF, Filatov MA. Organizaciya dvizhenij: stoxastika ili kaos? [Organization of movements: stochastics or chaos?]. Pod red. AA. Hadarceva, GS. Rozenberga. Samara: izd-vo OOO «Porto-print»; 2020. Russian.
12. Eskov VM, Pyatin VF, Bashkatova YuV. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. [Medical and biological cybernetics: perspectives of development]. *Uspexi kibernetiki*. 2020;1(1):64-72. Russian.
13. Zaslavskij BG, Filatov MA, Es'kov VV, Manina EA. Problema nestacionarnosti v fizike i biofizike [The problem of non-stationarity in physics and biophysics]. *Uspexi kibernetiki*. 2020;2(2):61-7. Russian.
14. Kozlova VV, Filatov MA, Shakirova LS, Es'kov VV. Novy'e podxody` v izmerenii biosistem s

pozicij «Complexity» W. Weaver i «Fuzziness» L.A. Zadeh [New approaches in biosystems measuring from the position of W. Weaver's "COMPLEXITY" AND "FUZZINESS" by L.A. Zadeh]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2021;1: 83-93 Russian.

15. Proxorov SA, Gumarova OA, Monastyreczkaya OA, Xvostov DYU, Afanevich IA. Nestabil'ny'e sistemy: problema odnorodnosti grupp [Unstable systems: the problem of homogeneity of groups]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2019;1:62-72. Russian.

16. Tverdislov VA, Manina EA. Vozmozhny li prichinno-sledstvennyye svyazi v naukakh o biosistemakh? [Is it possible causal relationships in the sciences of biological systems?]. Vestnik novykh meditsinskih tekhnologii. 2021;1:64-8. Russian.

17. Filatov MA, Grigor'eva SV, Gorbunov DV, Beloshhenko DV, Fadyushina SI. Neodnorodnost' razovy'x vy'borok parametrov funkcional'ny'x sistem organizma cheloveka [Heterogeneity of one-time samples of parameters of functional systems of a human organism]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2019;2:71-9. Russian.

18. Filatov MA, Proxorov SA, Ivaxno NV, Golovacheva EA, Ignatenko AP. Vozmozhnosti modelirovaniya statisticheskoy neustojchivosti vy'borok v fiziologii [Possibilities of modeling statistical instability of samples in physiology]. Vestnik novykh medicinskih tekhnologii. 2020;27(2):120-4. Russian.

19. Filatova OE, Melnikova EG, Afanevich KA, Golovacheva EA, Fadyushina SI. Sravnitel'naya kharakteristika neyrovegetativnogo statusa aborigenov – zhitel'ev Yugry [Comparative characteristics of the neuro-vegetative status of natives population of Ugra]. Vestnik novykh meditsinskih tekhnologii. 2020;1:125-9. Russian.

20. Khadartsev AA, Zinchenko YuP, Galkin VA, Shakirova LS. Ergodichnost' sistem tret'ego tipa [Ergodicity of systems of the third type]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2020;1:67-75. Russian.

21. Zilov VG, Hadarcev AA, Es'kov VM, Iljashenko LK. Novyj jeffekt v fiziologii nervno-myshechnoj sistemy cheloveka [Novy jeffekt v fiziologii neuro-muscular system cheloveka [New effect in the physiology of the human neuromuscular system]. Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny. 2019;167(4):400-4. Russian.

22. Chempalova LS, Trofimov VN, Mel'nikova EG, Aksenova YuA, Ponomareva NI. Nejrovegetativnaya sistema priezzhix zhitel'ev Yugry v vozrastnom aspekte [Neuro-vegetative system of visiting inhabitants of UGRA in the age aspect]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2019;4:41-7. Russian.

23. Filatova O., Gudkov AB, Eskov VV, Chempalova LS. The concept of uniformity of a group in human ecology. Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2020;2:40-4.

24. Filatova OE, Bashkatova YuV, Shakirova LS, Filatov MA. Neural network technologies in system synthesis. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2021;01:20-99 DOI:10.1088/1757-899X/1047/1/012099

25. Khadartseva KA, Filatov MA, Melnikova EG. The problem of homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North. Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2020;7:27-31.

26. Khadartsev AA, Eskov VM, Eskov VV, Vokhmina JV. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra. Advances in Gerontology. 2016;6(3):191-7.

---

**Библиографическая ссылка:**

Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Шакирова Л.С., Хвостов Д.Ю., Фадюшина С.И. Возрастная динамика нейровегетативного статуса приезжего населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №3. Публикация 3-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-3/3-7.pdf> (дата обращения: 18.06.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-3-3-7\*

**Bibliographic reference:**

Filatova OE, Melnikova EG, Shakirova LS, Hvostov DYU, Fadyushina SI. Vozrastnaya dinamika nejrovegetativnogo statusa priezzhego naselenija Jugry [Age dynamics of neurovegetative status of the coming population of Ugra]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2021 [cited 2021 Jun 18];3 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-3/3-7.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-3-3-7

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-3/e2021-3.pdf>