

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА
ШКОЛЬНИКОВ СЕВЕРА РФ**

О.Л. НИФОНТОВА*, Ю.В. КАРБАИНОВА*, К.С. КОНЬКОВА*, Я.И. УРАЕВА**

* *БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет»,
пр. 50 лет ВЛКС, 10/2, Сургут, 628400, Россия*

** *БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия,
e-mail: yuliya-bashkatova@yandex.ru*

Аннотация. Проведенное исследование позволило сделать вывод, что адаптивные реакции организма представителей уроженцев северного региона и коренного населения протекают с различным напряжением систем регуляции. Движения квазиаттрактора по всем координатам позволяет дать оценку физического развития школьников РФ. Антропометрические обследования детей и подростков позволяют не только определять степень физического созревания, но и дать общую оценку состояния здоровья обследуемых детей.

Ключевые слова: антропометрия, сердечно-сосудистая система, многомерное фазовое пространство.

**INDICATORS OF THE FUNCTIONAL SYSTEM OF THE ORGANISM OF SCHOOLBOYS
OF THE NORTH OF THE RUSSIAN FEDERATION**

O.L. NIFONTOVA*, Yu.V. KARBAINOVA*, K.S. KONKOVA*, Ya.I. URAEVA**

* *Surgut State Pedagogical University, 50 VLKSM str., 10/2, Surgut, 628400, Russia*

** *Surgut State University, Lenina str., 1, Surgut, 628400, Russia,
e-mail: yuliya-bashkatova@yandex.ru*

Abstract. The carried out research has allowed to draw a conclusion that adaptive reactions of an organism of representatives of natives of northern region and native population proceed with various pressure of systems of regulation. The motion of the quasi-tractor along all the coordinates makes it possible to evaluate the physical development of Russian schoolchildren. Anthropometric examinations of children and adolescents allow not only to determine the degree of physical maturation, but also to give an overall assessment of the health status of the children surveyed.

Keywords: anthropometry, cardiovascular system, multidimensional phase space.

Введение. Антропометрические обследования детей и подростков актуально при оценке здоровья детей – северян, при проведении профилактических медицинских осмотров, при разработке оздоровительных программ и при проведении коррекций, направленных на сохранение и укрепление здоровья развивающегося организма. Обследования особенности роста и развития организма детей позволяет создавать критерии оценки физического развития и здоровья для той или иной детской возрастной группы [1-5].

Расчет эволюции вектора состояния $x=x(t)$ систем третьего типа (СТТ) в фазовом пространстве состояний (ФПС) в рамках новой теории, эволюции СТТ [15-21] связан с физическим развитием детей, которое является одним из существенных показателей состояния здоровья ребенка, отражает общий уровень жизни различных групп населения. Физическое развитие детей чувствительно к любым изменениям окружающей среды и социальных условий проживания. Замедление ростовых процессов, уменьшение массы или размеров тела, могут считаться ответом на ухудшение условий жизни, а в экологии человека – показателем давления со стороны окружающей среды. При этом сами эти экономические или экологические факторы тоже испытывают хаотические изменения с течением времени, и это складывается с хаосом индивидуального развития организма учащихся, которые исследуются в настоящей работе в рамках теории хаоса - самоорганизации и теории эволюции гомеостатических систем [10-16, 18-21].

Вопрос о влиянии природной среды проживания на рост и развитие представляется особенно важным, поскольку он является существенной частью проблемы адаптации ребенка к условиям внешней среды. Эти проблемы занимают одно из центральных мест в комплексе наук о человеке, особенно это актуально в экологии человека. Экологическая дифференциация человечества на жителей отдельных климатических зон обнаруживается уже в детском возрасте, поэтому главная задача нашего исследования связана с сравнением динамики роста (H) и массы (M) тела школьников Севера РФ [5-9].

Поскольку доказано, что для СТТ постоянно $dx/dt \neq 0$, а $f(x)$ для любых последовательных выборок непрерывно изменяется, то разработан аппарат для расчета движения центров квазиаттракторов – областей ФПС, в которых $x(t)$ непрерывно изменяется [14-21].

Направление движения КА по всем координатам позволяет дать оценку физического развития и здоровья (для постановки диагноза, например). Таким образом, сейчас мы можем автоматически определять кинематические характеристики эволюции СТТ: куда и как, с какой скоростью, КА движется в ФПС в общем и по отдельным координатам [6, 9, 10-12].

Цель работы – оценка особенности роста и развития организма детей методом многомерных фазовых пространств состояний.

Объекты и методы исследования. В ходе исследования изучены параметры *функциональных систем организма* (ФСО) представителей арктического и высокогорного адаптивных типов с использованием авторских программ, представляющих методы идентификации объемов квазиаттракторов движения *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) в ФПС для разных кластеров испытуемых [14-21]. В исследовании приняли участие 113 юношей и девушек в возрасте 11–14 лет. Представители, относящиеся к коренному населению ХМАО – Югра – народности ханты составили 53 человека. Группу представителей уроженцев северного региона составили 60 человек. Все испытуемые на момент обследования были относительно здоровы и находились в хорошей физической форме, не имели жалоб на самочувствие и дали информационное согласие на участие в нем.

Измерение длины тела у детей производится с помощью ростомера в виде доски. Боковая сторона ростомера представляет собой сантиметровую шкалу, вдоль которой скользит подвижная поперечная планка. Ребенка укладывают в ростомер на спину так, чтобы его макушка плотно прикасалась к неподвижной поперечной планке ростомера.

Рост ребенка старшего возраста измерялся с помощью вертикального ростомера с откидным табулетом. Измеряемый должен касаться шкалы затылком, межлопаточной областью, крестцом и пятками. Подвижная планка ростомера плотно, но без надавливания соприкасается с верхушечной точкой головы, после чего определяют рост. Измерение массы тела проводилось утром натощак на медицинских весах с точностью до 50 г.

Принцип расчета параметров эволюции биосистем основывался на расчетах кинематики сложных систем (СТТ) на основе моделирования движения вектора состояния этих систем $x(t)$ в ФПС [16-21].

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «*Statistica 10*». Анализ соответствия вида распределения полученных данных закону нормального распределения производился на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования в зависимости от распределения производились методами параметрической и непараметрической статистики (критерий Стьюдента, Вилкоксона).

Исследование параметров движения вектора состояния организма представителей уроженцев северного региона и коренного населения в ФПС производилось методами теории хаоса-самоорганизации [2, 3, 15-17], в рамках которой идентифицировались параметры КА (V_G – объем 3 – мерного квазиаттрактора и R_x – показатели асимметрии между хаотическим и статистическим центрами квазиаттракторов) с использованием программного продукта «Идентификация параметров аттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве». Данный метод позволил определить на сравнении параметров различных кластеров, представляющих *биологические динамические системы* (БДС).

Результаты и их обсуждение. Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Выявлено, что параметры КА параметров антропометрии и показателей анализа крови представителей уроженцев северного региона и коренного населения не описываются законом нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики.

В ходе исследований и статистической обработки эмпирических данных были получены сводные количественные характеристики антропометрии (табл. 1). Между представителями уроженцев северного региона и коренного населения в группе юношей выявлены статистически значимые отличия по показателям антропометрии.

Средние значения параметров антропометрии представителей уроженцев северного региона и коренного населения, $Me \pm \sigma$

Показатели, у.е.	Девушки $n=53$		Юноши $n=60$	
	уроженцы северного региона	коренное население (ханты)	уроженцы северного региона	коренное население (ханты)
Рост, см	148±14,07	141±7,19	152±13,77*	140±9,89*
Вес, кг	42,2±16,03*	35±7,30*	49,35±15,31*	34,25±7,24*
ОГК	77±10,97	74±6,52	77±10,21*	72±5,11*

Примечание: * – значимость различий $p \leq 0,05$ между группами юношей и девушек уроженцев северного региона и коренного населения; ° – значимость различий $p \leq 0,05$ между группами юношей и девушек, относящихся к одному адаптивному типу

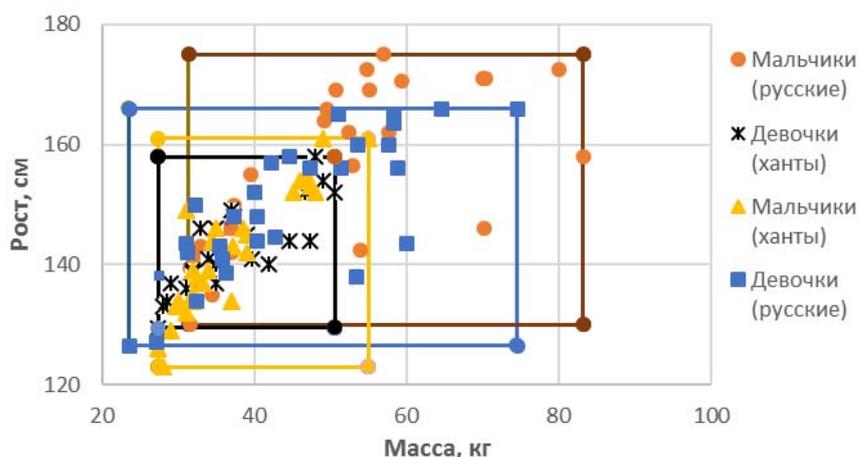


Рис. 1. Квазиаттракторы антропометрических параметров представителей уроженцев северного региона и коренного населения

Особым образом нами исследовалось движение КА вектора состояния организма учащихся по морфометрическим параметрам учащихся Севера РФ. В этих примерах мы брали только двумерный случай, когда $x_1=M$ и $x_2=H$ (рис. 1).

Анализируя значения площадей КА, полученных в результате обработки антропометрических параметров двух групп испытуемых, представленных на рис. 1, легко видеть, что площади КА находятся в разных диапазонах. Площадь КА 2-й группы – девушки и юноши уроженцы северного региона (рожденные на Севере) существенно отличается своими размерами по сравнению с 1-й группой – коренное население (ханты).

В целом, с позиции теории хаоса – самоорганизации показаны примеры расчета параметров движения КА в фазовом пространстве состояний для морфологических параметров. Продемонстрировано различие координат центра КА, что представляет собой реальную кинематику СТТ.

Следует отметить, что антропометрические обследования детей и подростков позволяют не только определять степень физического созревания, но и дать общую оценку состояния здоровья обследуемых детей.

Анализ значений объемов квазиаттракторов (V_G) и коэффициентов асимметрии (R_x) в этих двух группах позволил установить тенденции их изменения. Было установлено, что V_G во 2-й группе девушки имели наибольший показатель относительно 1-й группы. У юношей показатель V_G 2-й группы был наибольшим по сравнению со 1-й группой.

Подобная тенденция сохраняется и для коэффициентов асимметрии (R_x) в этих двух группах, а именно: во 2-й группе у юношей наибольшее значения R_x (146,3 у.е.), а у девушек он составил 143,6 у.е.

Анализ значений объемов квазиаттракторов (V_G) и коэффициентов асимметрии (R_x) в этих двух группах позволил установить тенденции их изменения. Наблюдается некоторое увеличение степени хаотичности в регуляторных системах у девушек в острой стадии адаптации и увеличения напряжения в

регуляции функциональных систем у девушек, рожденных на Севере. У юношей выявлена противоположная тенденция: организм юношей коренного населения (ханты) имеет выраженную тенденцию к увеличению степени хаотичности в поведении регуляторных систем [8-10].

Заключение. Используемый метод позволяет получить интегративные количественные результаты и выявить существенные различия адаптационных реакций у представителей различных адаптивных типов, а также обеспечивает выделение параметров порядка, динамика которых оказывает существенное влияние на характеристики квазиаттракторов вектора состояний организма человека [2, 14-16].

Таким образом, данный метод является наиболее чувствительным в выявлении количественных особенностей адаптивных реакций. Расчет параметров КА показывает индивидуальное различие по всем диагностическим параметрам, что позволяет объективно оценивать динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость.

Литература

1. Ануфриев А.С., Еськов В.М., Назин А.Г., Полухин В., Третьяков С.А., Хадарцева К.А. Медико-биологическая трактовка понятия стационарных режимов биологических динамических систем // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15, № 1. С. 29–32.
2. Галкин В.А., Попов Ю.М., Берестин Д.К., Монастырская О.А. Статика и кинематика гомеостатических систем – complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 63–69.
3. Еськов В.В. Компарментно-кластерный подход в решении оптимизационных задач в теории эпидемии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 55–62.
4. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 1. С. 158–167.
5. Козупица Г.С., Белощенко Д.В., Алиев А.А., Пахомов А.А. Сезонная динамика параметров нервно-мышечной системы женщин в условиях локального холодового воздействия // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 36–41.
6. Кошевой О.А. Анализ показателей вектора состояния организма больных с последствиями острого нарушения мозгового кровообращения до и после реабилитации в раннем восстановительном периоде // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 18–23.
7. Мирошниченко И.В., Филатова Д.Ю., Живаева Н.В., Алексенко Я.Ю., Камалтдинова К.Р. Оценка эффективности оздоровительных мероприятий по параметрам кардио-респираторной системы школьников // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 26–32.
8. Мирошниченко И.В., Баженова А.Е., Белощенко Д.В., Потетюрин Е.С. Эффект Еськова-Зинченко в условиях локального холодового воздействия // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. №2. С. 13–17.
9. Попов Ю.М., Русак С.Н., Бикмухаметова Л.М., Филатова О.Е. Хаотические методы оценки погодной динамики на примере ХМАО – Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 32–35.
10. Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Срыбник М.А., Глазова О.А. Сравнительный анализ хаотической динамики параметров кардио-респираторной системы детско-юношеского населения Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 12–18.
11. Хадарцев А.А., Шакирова Л.С., Пахомов А.А., Полухин В.В., Синенко Д.В. Параметры сердечно-сосудистой системы школьников в условиях санаторного лечения // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, № 1. С. 7–14.
12. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. 2017. № 5-6. С. 5–12.
13. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Зилов В.Г., Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5, № 3. С. 617–623.
14. Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Афаневич К.А., Горбунов Д.В. Оценка параметров электромиограмм в рамках теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 33–40.
15. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. 2017. Vol. 95, №1. P. 92–94.
16. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. 2017. Vol. 62, №1. P. 143–150.
17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. 2017. Vol. 72, №3. P. 309–317.
18. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21, №1. P. 14–23.

19. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // *Human Ecology*. 2017. №3. P. 38–42.
20. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // *Integrative medicine international*. 2017. Vol. 4. P. 57–65.
21. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition” // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2017. №1. P. 1–5.

References

1. Anufriev AS, Es'kov VM, Nazin AG, Polukhin V, Tret'yakov SA, Khadartseva KA. Mediko-biologicheskaya traktovka ponyatiya statsionarnykh rezhimov biologicheskikh dinamicheskikh sistem [Medico-biological treatment of the concept of stationary regimes of biological dynamic systems]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2008;15(1):29-32. Russian.
2. Galkin VA, Popov YM, Berestin DK, Monastyretskaya OA. Statika i kinematika gomeo-staticheskikh sistem – complexity [Statics and kinematics of homeostatic systems - complexites]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;2:63-9. Russian.
3. Es'kov VV. Kompartmentno-klasternyy podkhod v reshenii optimizatsionnykh zadach v teorii epidemii [The cluster-cluster approach in solving optimization problems in the theory of the epidemic]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;2:55-62. Russian.
4. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Polukhin VV. Problema vybora abstraktsiy pri primenenii biofiziki v meditsine [The problem of choice of abstraction in the application of biophysics in medicine]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2017;24(1):158-67. Russian.
5. Kozupitsa GS, Beloshchenko DV, Aliev AA, Pakhomov AA. Sezonnaya dinamika parametrov nervno-myshechnoy sistemy zhenshchin v usloviyakh lokal'nogo kholodovogo vozdeystviya [Seasonal dynamics of the parameters of the neuromuscular system of women under conditions of local cold exposure]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;2:36-41. Russian.
6. Koshevoy OA. Analiz pokazateley vektora sostoyaniya organizma bol'nykh s posledstviyami ostrogo narusheniya mozgovogo krovoobrashcheniya do i posle reabilitatsii v rannem vosstanovitel'nom periode [Analysis of indicators of the state vector of the organism of patients with the consequences of acute violation]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;2:18-23. Russian.
7. Miroshnichenko IV, Filatova DY, Zhivaeva NV, Aleksenko YY, Kamaltdinova KR. Otsenka effektivnosti ozdorovitel'nykh meropriyatiy po parametram kardio-respiratornoy sistemy shkol'nikov [Evaluation of the effectiveness of health improvement measures according to the parameters of the cardio-respiratory system of schoolchildren]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;1:26-32. Russian.
8. Miroshnichenko IV, Bazhenova AE, Beloshchenko DV, Potetyurina ES. Effekt Es'kova-Zinchenko v usloviyakh lokal'nogo kholodovogo vozdeystviya [The effect of Eskova-Zinchenko in conditions of local cold exposure]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;2:13-7. Russian.
9. Popov YM, Rusak SN, Bikmukhametova LM, Filatova OE. Khaoticheskie metody otsenki pogodnoy dinamiki na primere KhMAO – Yugry [Chaotic methods for estimating weather dynamics using the example of Hmao-Yugra]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;2:32-5. Russian.
10. Filatova DY, El'man KA, Srybnik MA, Glazova OA. Sravnitel'nyy analiz khao-ticheskoy dinamiki parametrov kardio-respiratornoy sistemy detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [Comparative analysis of the chaotic dynamics of the parameters of the cardio-respiratory system of the children's and youth population of Yugra]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;1:12-8. Russian.
11. Khadartsev AA, Shakirova LS, Pakhomov AA, Polukhin VV, Sinenko DV. Parametry ser-dechno-sosudistoy sistemy shkol'nikov v usloviyakh sanatornogo lecheniya [Parameters of the cardiovascular system of schoolchildren in the conditions of sanatorium treatment]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2016;23(1):7-14. Russian.
12. Khadartsev AA, Es'kov VM. Vnutrennie bolezni s pozitsii teorii khaosa i samoorganizatsii sistem (nauchnyy obzor) [Internal diseases from the position of the theory of chaos and self-organization of systems (scientific review)]. *Terapevt*. 2017;5-6:5-12. Russian.
13. Khadartsev AA, Es'kov VM, Zilov VG. Novye podkhody v teoreticheskoy biologii i meditsine na baze teorii khaosa i sinergetiki [New approaches in theoretical biology and medicine based on the theory of chaos and synergetics]. *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. 2006;5(3):617-23. Russian.
14. Yakunin VE, Beloshchenko DV, Afanovich KA, Gorbunov DV. Otsenka parametrov elektromiogram v ramkakh teorii khaosa-samoorganizatsii [Evaluation of parameters of electromyograms within the framework of the theory of chaos-self-organization]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2017;1:33-40. Russian.
15. Betelin VB, Eskov VM, Galkin VA, Gavrilenko TV. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems. *Doklady Mathematics*. 2017;95(1):92-4.

16. Eskov VM, Eskov VV, Gavrilenko TV, Vochmina YV. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” discovered by N.A. Bernshtein. *Biophysics*. 2017;62(1):143-50.

17. Eskov VM, Eskov VV, Vochmina YV, Gorbunov DV, Ilyashenko LK. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity. *Moscow University Physics Bulletin*. 2017;72(3):309-17.

18. Eskov VM, Bazhenova AE, Vochmina UV, Filatov MA, Ilyashenko LK. N.A. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person. *Russian Journal of Biomechanics*. 2017;21(1):14-23.

19. Eskov VM, Gudkov AB, Bazhenova AE, Kozupitsa GS. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North. *Human Ecology*. 2017;3:38-42.

20. Khadartsev AA, Nesmeyanov AA, Eskov VM, Filatov MA, Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports. *Integrative medicine international*. 2017;4:57-65.

21. Zilov VG, Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition”. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2017;1:1-5.

Библиографическая ссылка:

Нифонтова О.Л., Карбаинова Ю.В., Конькова К.С., Ураева Я.И. Оценка показателей функциональной системы организма школьников севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №3. Публикация 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-8.pdf> (дата обращения: 19.09.2017). DOI: 10.12737/article_59c4b50f8b0716.35242867.