

УДК 004.942+510.644.4

DOI: [10.26102/2310-6018/2023.40.1.009](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.40.1.009)

Исследование влияния агрессивного поведения несовершеннолетних на их девиантность на основе метода Басса-Дарки путем построения нечеткой продукционной системы

А.З. Гиш[✉], А.В. Коваленко

*Кубанский государственный университет, Краснодар, Российская Федерация
asuta04@mail.ru[✉]*

Резюме. Проблема профилактики девиантного поведения несовершеннолетних является особо актуальной в настоящее время в связи с отношением данной возрастной группы к числу наиболее социально-уязвимых категорий. В целях идентификации девиации подростков необходимо проведение работы по анализу и выявлению проявлений их агрессивного поведения. Данное исследование основывается в определении предрасположенности к развитию агрессивного поведения на основе метода Басса-Дарки. В статье рассмотрены 10 факторов, выделенных авторами данной методики. Предложен пятиуровневый классификатор для входных и выходных факторов нечеткой продукционной системы. Функции принадлежности подобраны путем применения метода экспертных оценок, отражающих компетентное мнение специалиста относительно принадлежности элементов терм-множеству. Определены нечеткие правила, в качестве которых были внесены данные о результатах прохождения теста несовершеннолетними в возрасте 14-15 лет, а также дополненные нами для полноты системы. В целях уменьшения количества нечетких правил и обеспечения в ней непротиворечивости сформирована иерархическая структура входных факторов. В результате создана интеллектуальная система, а именно нечеткая продукционная модель девиантного поведения несовершеннолетних «Deviance level BD», которая может быть использована для профилактики девиантного поведения несовершеннолетних, а также анализа и выявления проявлений их агрессивного поведения для предупреждения совершения ими преступных действий.

Ключевые слова: нечеткая продукционная система, нечеткая модель, девиантное поведение, метод Басса-Дарки, пятиуровневый классификатор, терм-множество, функция принадлежности, нечеткие правила.

Для цитирования: Гиш А.З., Коваленко А.В. Исследование влияния агрессивного поведения несовершеннолетних на их девиантность на основе метода Басса-Дарки путем построения нечеткой продукционной системы. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2023;11(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1284> DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.009

Investigation of the influence of aggressive behavior of minors on their deviant activities based on the Buss-Durkee method by constructing a fuzzy logic production system

A.Z. Gish[✉], A.V. Kovalenko

*Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation
asuta04@mail.ru[✉]*

Abstract. The problem of deviant behavior prevention in minors is particularly relevant at present since this age group belongs to the most socially vulnerable category. In order to identify the deviation in adolescents, it is necessary to analyze and identify manifestations of their aggressive behavior. This

study is based on the identification of predisposition to the development of aggressive behavior based on the Buss-Durkee method. 10 factors identified by the authors of this technique have been considered. A five-level classifier for input and output factors of a fuzzy logic production system is proposed. The membership functions are selected by applying the method of expert assessments reflecting the competent opinion of a specialist regarding the affiliation of the elements with the term set. Fuzzy logic rules have been defined, in the capacity of which the data on the test results obtained by minors aged 14-15 years have been entered and supplemented with a view to ensuring the completeness of the system. To reduce the number of fuzzy logic rules and enable consistency in it, a hierarchical structure of input factors has been formed. As a result, an intelligent system, namely a fuzzy logic production model of deviant behavior of minors "Deviance level BD", has been created, which can be used to prevent deviant behavior in minors, as well as to analyze and identify manifestations of their aggressive behavior to prevent them from committing criminal acts.

Keywords: fuzzy logic production system, fuzzy logic model, deviant behavior, Buss-Durkee method, five-level classifier, term-set, membership function, fuzzy logic rules.

For citation: Gish A.Z., Kovalenko A.V. Investigation of the influence of aggressive behavior of minors on their deviant activities based on the Buss-Durkey method by constructing a fuzzy logic production system. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2023;11(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1284> DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.009 (In Russ.).

Введение

Профилактика агрессивного поведения несовершеннолетних является важным элементом в комплексе мероприятий по предупреждению совершения ими преступных действий. Успешная профилактическая работа в данном направлении невозможна без объективной диагностики различных проявлений агрессивности и предрасположенности к развитию девиантного поведения.

Наиболее известным эмпирическим методом диагностики предрасположенности к развитию агрессивного поведения является опросный метод Басса-Дарки. Большинство работ по изучению агрессивного поведения или склонности к агрессивным реакциям выполнены именно с применением данной методики [1, 2].

Опросник А. Басса и А. Дарки направлен на диагностику мотивационной агрессии – прямое проявление реализации присущих личности деструктивных тенденций [3].

В своем опроснике авторы дифференцировали понятия агрессивности и враждебности, выделили некоторые виды реакций опрашиваемых, которые мы в рамках данной работы будем рассматривать в качестве факторов.

Целью исследования является разработка системы искусственного интеллекта «Deviance level BD», основанной на нечетких продукционных системах, позволяющая определить уровень агрессивного поведения несовершеннолетних и его влияние на проявление девиантности на основе исследования их поведения. А именно, используя опросный метод Басса-Дарки, проведя анализ факторов, характеризующих уровень агрессивного поведения несовершеннолетних и его влияния на девиантность, в статье были построены лингвистические переменные, содержащие трапециевидные и треугольные функции принадлежности, создана нечеткая модель девиантного поведения.

Использование нечетко-множественного подхода в целях выявления уровня девиантности несовершеннолетних дает существенное преимущество перед другими методами в связи с большей чувствительностью к различию характеристик сравниваемых объектов, а также возможностью работы с неточными, неполными знаниями [4-8].

Материалы и методы

1. Физическая агрессия. В контексте данного исследования под физической агрессией будем понимать использование физической силы в отношении другого человека. В построенной нечеткой модели данный фактор назван Assault или «Физическая агрессия» (Таблица 1). В опроснике Басса-Дарки на данный вид реакции влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 1, 25, 33, 48, 55, 62, 68 и отрицательные – на вопросы №№ 9, 17, 41 [2, 9].

Трапециевидные функции принадлежности обычно записываются трапециевидными числами вида $\alpha(a_1, a_2, a_3, a_4)$, где a_1, a_4 – абсциссы нижнего основания, а a_2, a_3 – абсциссы верхнего основания. Также требует описания треугольная функция принадлежности, которая записывается в виде $\beta(b_1, b_2, b_3)$, где b_1, b_3 – абсциссы нижнего основания, b_2 – вершина (узловая точка) [5].

В стандартном пятиуровневом классификаторе определяются пять симметрично расположенных узловых точек: {0.1 0.3 0.5 0.7 0.9}, а также введение следующих термножеств: «очень низкое», «низкое», «среднее», «высокое», «очень высокое». Данный вид используется довольно часто при отсутствии какой-либо информации о поведении фактора [5-8, 10].

В рамках данного исследования рассмотрим лингвистическую переменную, которая обладает следующим термножеством: «низкий» (low), «средний» (middle), «повышенный» (elevated), «высокий» (high), «очень высокий» (very high). Носителем лингвистической переменной является отрезок вещественной оси [0, 1]. Выбор вышеперечисленных подмножеств термножеств обусловлен тем, что классификация фактора не имеет стандартного вида, следовательно узловые точки и функции принадлежности лежат несимметрично на носителе [0, 1]. Это связано с тем, что факторы, принимающие значения начиная с «повышенного» и до «очень высокого», влияют на степень агрессивности или враждебности несовершеннолетнего.

В целях описания подмножеств термножества рассмотрим систему из пяти функций принадлежности, четыре (1-3, 5) из которых являются трапециевидными и одна (4) – треугольной:

$$\mu_1 = \begin{cases} 1, 0 \leq x < 0.24, \\ 10(0.34 - x), 0.24 \leq x < 0.34, \\ 0, x \geq 0.34. \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_2 = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.24, \\ 10(x - 0.24), 0.24 \leq x < 0.34, \\ 1, 0.34 \leq x < 0.47, \\ 10(0.57 - x), 0.47 \leq x < 0.57, \\ 0, x \geq 0.57. \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_3 = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.47, \\ 10(x - 0.47), 0.47 \leq x < 0.57, \\ 1, 0.57 \leq x < 0.7, \\ 10(0.8 - x), 0.7 \leq x < 0.8, \\ 0, x \geq 0.8. \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_4 = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.7, \\ 10(x - 0.7), 0.7 \leq x < 0.8, \\ 10(0.9 - x), 0.8 \leq x < 0.9, \\ 0, x \geq 0.9. \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_5 = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.8, \\ 10(x - 0.8), 0.8 \leq x < 0.9, \\ 1, x \geq 0.9. \end{cases} \quad (5)$$

Данные функции принадлежности подобраны нами путем применения метода экспертных оценок, отражающих компетентные мнения специалистов относительно принадлежности элементов каждого фактора терм-множеству. Реализация нечеткой модели осуществлялась в среде Matlab, использовались трапециевидная и треугольная функции принадлежности `trapmf` и `trimf` соответственно, с параметрами, указанными в Таблице 1.

Таблица 1 – Терм-множества лингвистической переменной «Физическая агрессия»
Table 1 – Term-set of “Assault” linguistic variable

Значения множества	терм-	Функция принадлежности	Значения функции принадлежности
«низкий» (low)		<code>trapmf</code>	$\alpha_1(-0.1 \ 0 \ 0.24 \ 0.34)$
«средний» (middle)		<code>trapmf</code>	$\alpha_2(0.24 \ 0.34 \ 0.47 \ 0.57)$
«повышенный» (elevated)		<code>trapmf</code>	$\alpha_3(0.47 \ 0.57 \ 0.7 \ 0.8)$
«высокий» (high)		<code>trimf</code>	$\alpha_4(0.7 \ 0.8 \ 0.9)$
«очень высокий» (very high)		<code>trapmf</code>	$\alpha_5(0.8 \ 0.9 \ 1 \ 1.1)$

Графики функций принадлежности для переменной «Физическая агрессия» представлены на Рисунке 1.

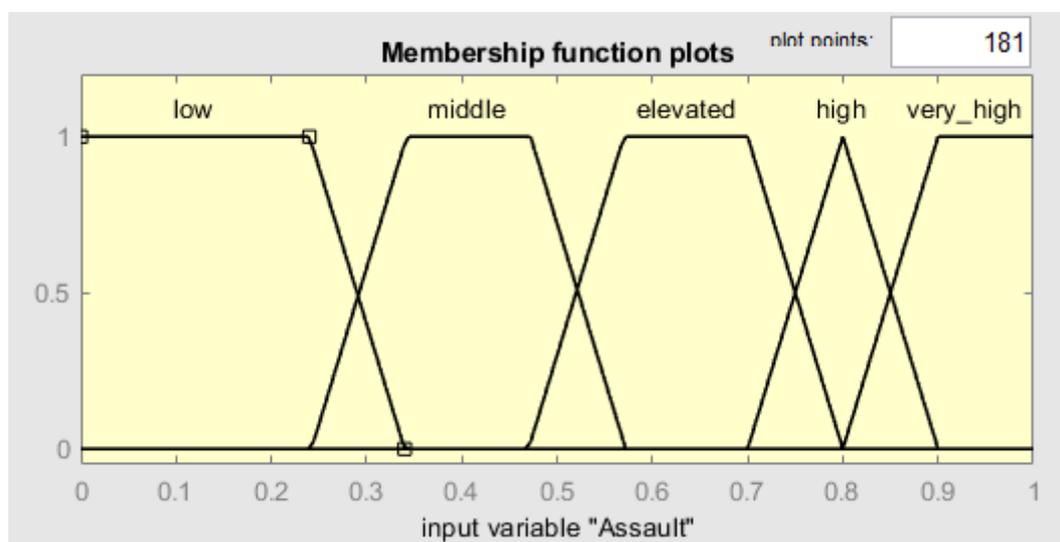


Рисунок 1 – Функции принадлежности для переменной «Физическая агрессия»
Figure 1 – Membership functions for “Assault” variable

Значения функций принадлежности, равные единице (верхние основания), соответствуют полной уверенности эксперта, а равные нулю (нижние основания) говорят о том, что никакие другие значения интервала (0,1) не попадают в выбранное нечеткое подмножество.

Представим параметр «Физическая агрессия» (Assault) через гауссовскую функцию (`gaussmf`) принадлежности вида:

$$f(x; \sigma, c) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}}, \quad (6)$$

где μ – математическое ожидание, σ – среднее квадратичное отклонение [5].

Гауссовские функции принадлежности для переменной «Физическая агрессия» (Assault) представлены на Рисунке 2:

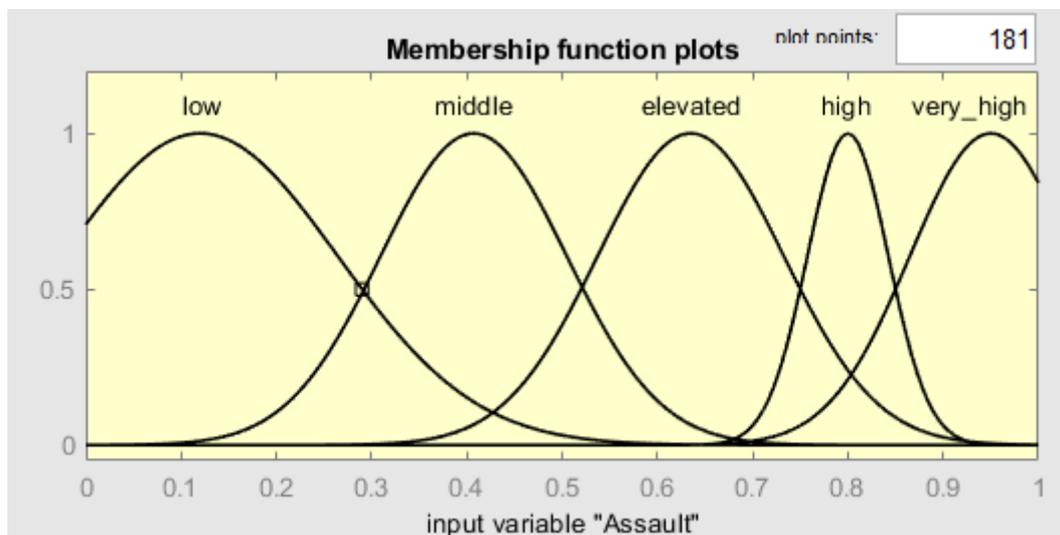


Рисунок 2 – Гауссовская функция принадлежности для переменной «Физическая агрессия»
Figure 2 –Gaussian membership functions for “Assault” variable

Данный тип функции принадлежности порождает нормальное выпуклое нечеткое множество, а плотность нормального распределения обеспечивает унимодальность системы.

Таким образом, мы построили классификатор переменной «Физическая агрессия» (Assault) по качественному уровню.

2. Косвенная агрессия. Под косвенной агрессией будем понимать такую агрессию, направленность которой скрывается либо не осознается лицом, в отношении которого она направлена, а также агрессия, которая ни на кого не направлена (приступы ярости). Данные проявления могут характеризоваться ненаправленностью и неупорядоченностью [1]. В построенной нечеткой модели данный фактор назван IA – Indirect aggression («Косвенная агрессия»). В рассматриваемом опроснике на данный вид реакции влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 2, 18, 34, 42, 56, 63 и отрицательные – на вопросы №№ 10, 26, 49 [2, 9]. Аналогично переменной «Физическая агрессия» (Assault), для данной переменной также выбраны терм-множества и функции принадлежности:

$$\mu_1 = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 0.09, \\ 10(0.19 - x), & 0.09 \leq x < 0.19, \\ 0, & x \geq 0.19. \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_2 = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.09, \\ 10(x - 0.09), & 0.09 \leq x < 0.19, \\ 1, & 0.19 \leq x < 0.31, \\ 10(0.41 - x), & 0.31 \leq x < 0.41, \\ 0, & x \geq 0.41. \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_3 = \begin{cases} 0,0 \leq x < 0.31, \\ 10(x - 0.31), 0.31 \leq x < 0.41, \\ 1, 0.41 \leq x < 0.54, \\ 10(0.64 - x), 0.54 \leq x < 0.64, \\ 0, x \geq 0.64. \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_4 = \begin{cases} 0,0 \leq x < 0.54, \\ 10(x - 0.54), 0.54 \leq x < 0.64, \\ 10(0.74 - x), 0.64 \leq x < 0.74, \\ 0, x \geq 0.74. \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_5 = \begin{cases} 0,0 \leq x < 0.64, \\ 10(x - 0.64), 0.64 \leq x < 0.74, \\ 1, x \geq 0.74. \end{cases} \quad (11)$$

Как и в случае с переменной «Физическая агрессия» (Assault), в системе Matlab вышеперечисленные функции принадлежности представлены с помощью функций принадлежности trapmf и trimf.

Таблица 2 – Терм-множества лингвистической переменной «Косвенная агрессия»
Table 2 – Term-set of “Indirect aggression” linguistic variable

Значения множества	терм-	Функция принадлежности	Значения функции принадлежности
«низкий» (low)		trapmf	$\alpha_1(-0.1 \ 0 \ 0.09 \ 0.19)$
«средний» (middle)		trapmf	$\alpha_2(0.09 \ 0.19 \ 0.31 \ 0.41)$
«повышенный» (elevated)		trapmf	$\alpha_3(0.31 \ 0.41 \ 0.54 \ 0.64)$
«высокий» (high)		trimf	$\alpha_4(0.54 \ 0.64 \ 0.74)$
«очень высокий» (very high)		trapmf	$\alpha_5(0.64 \ 0.74 \ 1 \ 1.1)$

Функции принадлежности для фактора «Косвенная агрессия» (Indirect aggression) представлены на Рисунке 3:

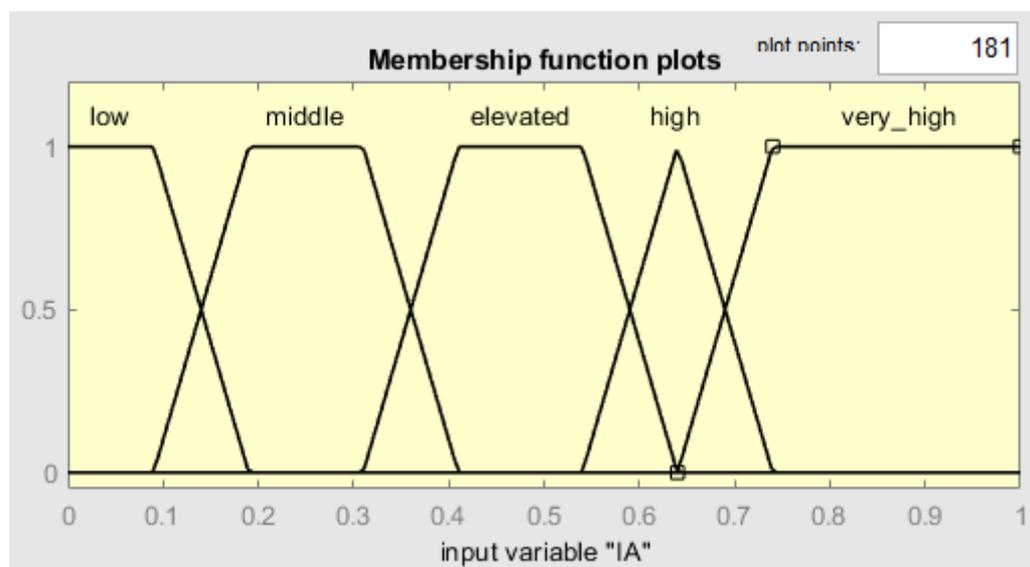


Рисунок 3 – Функции принадлежности для переменной «Косвенная агрессия» (Indirect aggression)

Figure 3 – The membership functions for “Indirect aggression” variable

Аналогично переменной «Физическая агрессия» (Assault) гауссовские функции принадлежности для фактора «Косвенная агрессия» (Indirect aggression) представлены на Рисунке 4:

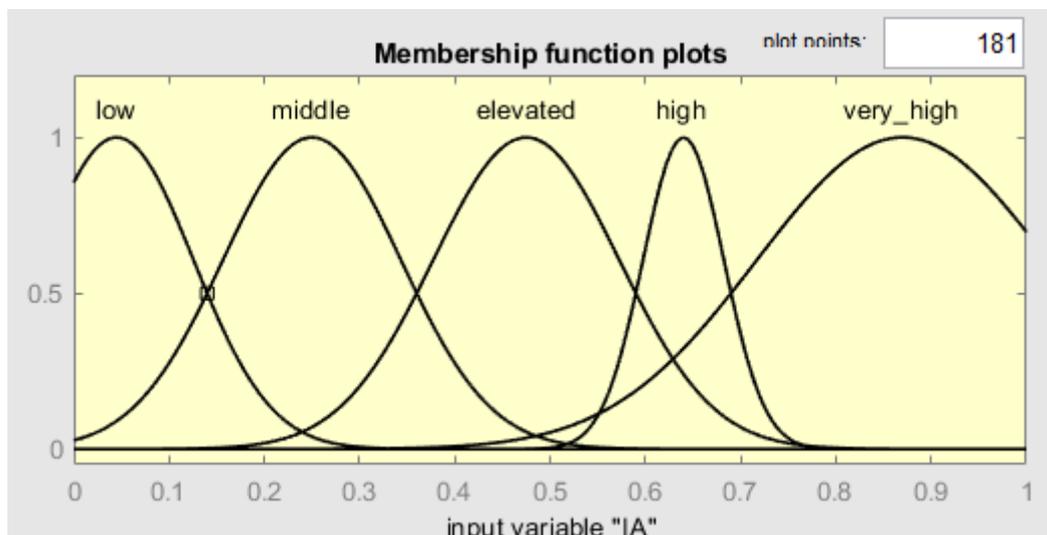


Рисунок 4 – Гауссовская функция принадлежности для переменной «Косвенная агрессия» (Indirect aggression)

Figure 4 – Gaussian membership functions for “Indirect aggression” variable

3. Раздражительность. Под раздражительностью будем понимать проявление вспыльчивости, грубости или резкости на проявления внутренней или внешней среды. В опроснике Басса-Дарки на фактор «Раздражительность» (Irritability) влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 3, 19, 27, 43, 50, 57, 64, 72 и отрицательные – на вопросы №№ 11, 35, 69 [2, 9].

Терм-множества и функции принадлежности для лингвистической переменной «Раздражительность» (Irritability) строятся аналогично лингвистической переменной «Косвенная агрессия» (Indirect aggression).

4. Негативизм. Под негативизмом в рамках данного исследования понимается немотивированное поведение индивида, которое проявляется в действиях, намеренно противоположных требованиям и ожиданиям других индивидов или социальных групп. Он может нарастать от пассивного сопротивления до активной борьбы. В построенной нечеткой модели данный фактор поименован как Negativism. В опроснике Басса-Дарки на данный фактор влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 4, 12, 20, 23, 36 [2, 9].

Терм-множества и функции принадлежности для лингвистической переменной «Негативизм» (Negativism) строятся аналогично лингвистической переменной «Физическая агрессия» (Assault).

5. Обида. В рамках данного исследования под обидой понимается реакция индивида на причиненное ему огорчение или оскорбление, а также вызванные данной реакцией отрицательно окрашенные эмоции. В построенной нечеткой модели данный фактор назван Resentment. В опроснике Басса-Дарки на данный вид реакции влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 5, 13, 21, 29, 37, 51, 58 и отрицательный – на вопрос № 44 [2, 9].

Терм-множества и функции принадлежности для лингвистической переменной «Обида» (Resentment) строятся аналогично лингвистической переменной «Косвенная агрессия» (Indirect aggression).

6. Подозрительность. Под подозрительностью понимается недоверие или настороженность индивида, основанное на убеждении, что окружение желает нанести ему вред. В построенной нечеткой модели данный фактор назван Suspicion. В опроснике Басса-Дарки на данный вид реакции влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 6, 14, 22, 30, 38, 45, 52, 59 и отрицательные – на вопросы №№ 65, 70 [2, 9].

Терм-множества и функции принадлежности для лингвистической переменной «Подозрительность» (Suspicion) строятся аналогично лингвистической переменной «Косвенная агрессия» (Indirect aggression).

7. Вербальная агрессия. Под вербальной агрессией понимается выражение негативных чувств как через форму (ссора, крик, визг), так и через содержание словесных ответов (угрозы, проклятия, ругань) [1]. В построенной нечеткой модели данный фактор назван VA – Verbal Aggression. В опроснике Басса-Дарки на данный вид реакции влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 7, 15, 28, 31, 46, 53, 60, 71, 73 и отрицательные – на вопросы №№ 39, 66, 74, 75 [2, 9].

Терм-множества и функции принадлежности для лингвистической переменной «Вербальная агрессия» (Verbal Aggression) строятся аналогично лингвистической переменной «Физическая агрессия» (Assault).

8. Чувство вины. Под чувством вины в рамках данного исследования будем пониматься негативно окрашенное чувство, которое базируется на субъективном восприятии собственных действий либо бездействия, поступков, слов, а также их неприятных последствий. В построенной нечеткой модели данный фактор назван Guilt. В опроснике Басса-Дарки на данный вид реакции влияют утвердительные ответы на вопросы №№ 8, 16, 24, 32, 40, 47, 54, 61, 67 [2, 9].

Терм-множества и функции принадлежности для лингвистической переменной «Чувство вины» (Guilt) строятся аналогично лингвистической переменной «Физическая агрессия» (Assault).

9. Выходная переменная системы «Девиантность». Нами также был построен пятиуровневый классификатор по качественному уровню для выходного фактора «Девиантность» (Deviance).

В рамках нашего исследования целесообразно выделить следующее терм-множество:

- несовершеннолетний с высоким уровнем развития правосознания, уважающий как законы, установленные государством, так и моральные принципы – добропорядочный (good);
- несовершеннолетний, уклоняющийся от выполнения социальных норм (сквернословие, лживость, отсутствие уважения, склонность к побегам, бродяжничество и т. д.) – безнравственный (immoral);
- несовершеннолетний, противоречащий правовым нормам, однако не являющийся преступником (может состоять на учете в ПДН, привлекаться в качестве правонарушителя по КоАП РФ) – правонарушитель (offender);
- несовершеннолетний, совершивший преступления небольшой и средней тяжести – преступник (criminal);
- несовершеннолетний, совершивший тяжкие и особо тяжкие преступления – опасный преступник (dangerous criminal).

В связи с отсутствием информации о факторе «Девиантность» кроме как его определенность на отрезке $[0, 1]$ (принцип равнопредпочтительности [9]), целесообразно использовать стандартный пятиуровневый нечеткий классификатор. Данный классификатор непротиворечив в связи с тем, что сумма всех функций принадлежности равна единице.

Следовательно, можно рассмотреть узловые точки $\alpha(0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)$. Функции принадлежности для лингвистической переменной «Девиантность» будут представлены в следующем виде:

$$\mu_1 = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 0.15, \\ 10(0.25 - x), & 0.15 \leq x < 0.25, \\ 0, & x \geq 0.25. \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_2 = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.15, \\ 10(x - 0.15), & 0.15 \leq x < 0.25, \\ 1, & 0.25 \leq x < 0.35, \\ 10(0.45 - x), & 0.35 \leq x < 0.45, \\ 0, & x \geq 0.45. \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_3 = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.35, \\ 10(x - 0.35), & 0.35 \leq x < 0.45, \\ 1, & 0.45 \leq x < 0.55, \\ 10(0.65 - x), & 0.55 \leq x < 0.65, \\ 0, & x \geq 0.65. \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_4 = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.55, \\ 10(x - 0.55), & 0.55 \leq x < 0.65, \\ 1, & 0.65 \leq x < 0.75, \\ 10(0.85 - x), & 0.75 \leq x < 0.85, \\ 0, & x \geq 0.85. \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_5 = \begin{cases} 0, & 0 \leq x < 0.75, \\ 10(x - 0.75), & 0.75 \leq x < 0.85, \\ 1, & x \geq 0.85. \end{cases} \quad (16)$$

В созданной нами нечеткой продукционной модели «Deviance level BD» вышеперечисленные функции принадлежности были представлены с помощью функции принадлежности *trapmf* и *gaussmf*.

Функции принадлежности для выходной переменной «Девиантность» (Deviance) представлены на Рисунке 5:

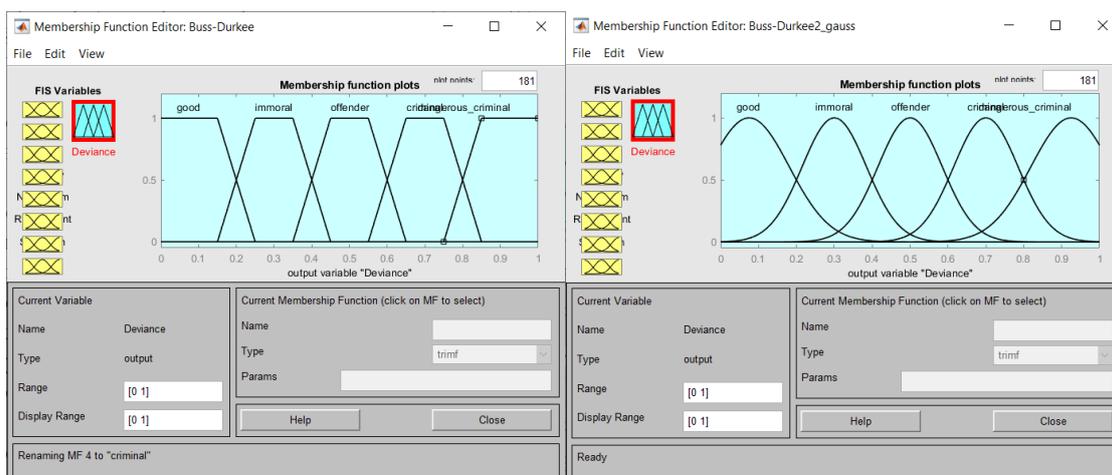


Рисунок 5 – Функции принадлежности для выходной переменной «Девиантность» (Deviance)
Figure 5 – Membership functions for output “Deviance” variable

Таким образом, нами построены пятиуровневые классификаторы по качественному уровню для каждой переменной системы. Мы использовали полученные классификаторы для лингвистических переменных при создании нечеткой продукционной модели девиантного поведения несовершеннолетних «Deviance level BD».

Следующим этапом построения нечеткой модели является определение правил, в качестве которых были внесены данные о результатах прохождения теста несовершеннолетними в возрасте 14-15 лет, обучающимися в средних общеобразовательных школах, несовершеннолетними, поставленными на учет в специальных подразделениях по делам несовершеннолетних (далее – ПДН), а также несовершеннолетних осужденных [11].

Согласно результатам, полученным на основании исследования разных групп, нами были составлены правила нечеткой продукции. В целях обеспечения полноты рассматриваемой системы были внесены дополнительные правила.

В связи с большим числом факторов целесообразно нечеткую модель «Deviance level BD» представить в виде иерархического дерева логического вывода.

Таким образом, первую подсистему составят факторы агрессии: «Физическая агрессия», «Косвенная агрессия», «Раздражительность» и «Вербальная агрессия». Выходную переменную данной нечеткой подсистемы назовем «Уровень агрессии» (Level of Aggression).

Для выходной переменной «Уровень агрессии», аналогично представленным выше факторам, нами построены функции принадлежности.

Как было отмечено выше, данная переменная является выходной для подсистемы «Уровень агрессии» (Level of Aggression) и входной – для подсистемы «Уровень девиантности» (Deviation level).

В результате построения подсистемы «Уровень агрессии» (Level of Aggression) нами получена зависимость выходной переменной от входных, которая представлена на Рисунке 6.

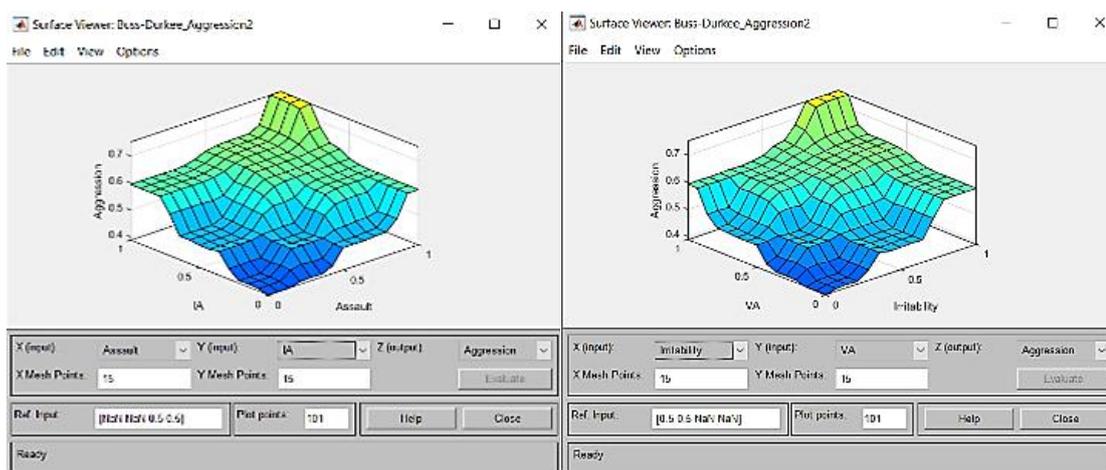


Рисунок 6 – Графики зависимостей переменной «Уровень агрессии» от входных переменных системы

Figure 6 – Dependency graphs of "Aggression level" variable on the input variables of the system

Из анализа указанных зависимостей можно сделать вывод о том, что нами итерационно верно настроены функции принадлежности нечетких термов, следовательно, правомерно сделать вывод об адекватности построенной подсистемы.

Аналогично рассмотренной выше подсистеме, также выделим подсистему «Уровень враждебности». Предполагая, что в данной системе входными переменными будут «Обида», «Подозрительность», а выходной – «Уровень враждебности», которая в нашей системе будет представлена как Hostility.

Результат построения подсистемы «Уровень враждебности» (Level of Hostility) представлен на Рисунке 7.

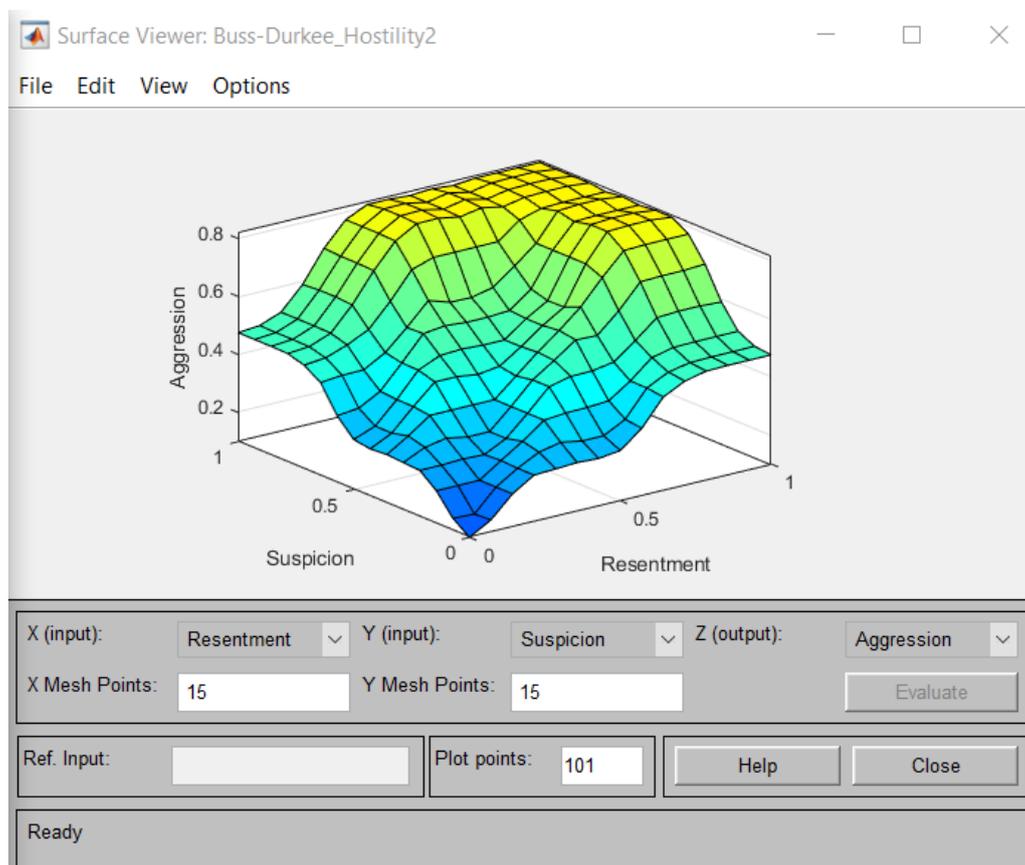


Рисунок 7 – График зависимости переменной «Уровень враждебности» от входных переменных «Обида», «Подозрительность»

Figure 7 – Dependency graphs of "Level of hostility" variable from "Resentment" and "Suspicion" input variables

Теперь целесообразно рассмотреть общую нечеткую систему «Уровень девиации», входными параметрами которой будут полученные в рассмотренных выше подсистемах выходные переменные «Уровень агрессии» и «Уровень враждебности», а также описанные выше переменные «Негативизм» (пункт 4) и «Чувство вины» (пункт 8).

В результате построения нечеткой продукционной системы «Deviance level BD» были получены следующие результаты. На Рисунке 8 представлены зависимости выходного фактора «Уровень девиантности» от факторов «Уровень враждебности» и «Негативизм» (слева), от факторов «Уровень агрессии» и «Чувство вины» (справа).

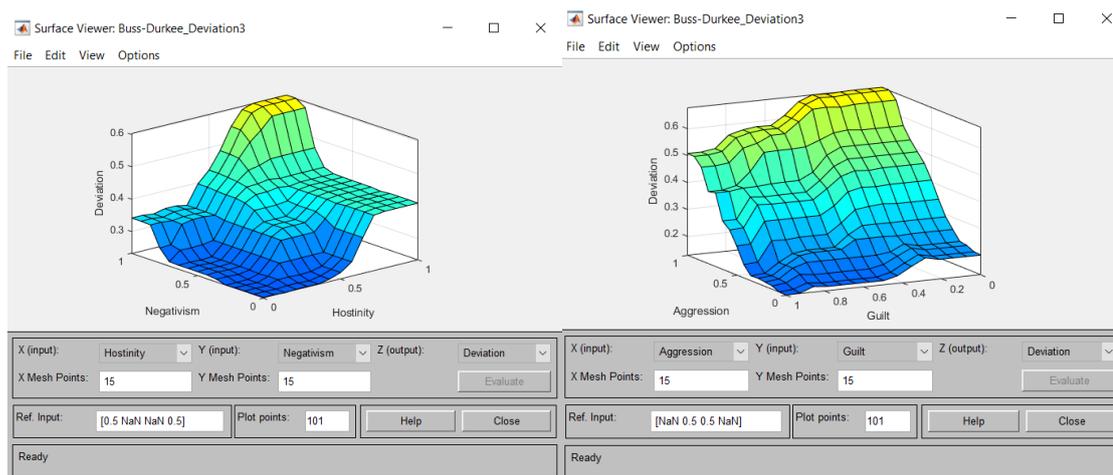


Рисунок 8 – График зависимости переменной «Девиантность» от входных переменных
Figure 8 – Dependency graphs of "Deviance" variable on the input variables

Результаты

В результате данного исследования нами была создана интеллектуальная система девиантного поведения несовершеннолетних, а именно нечеткая продукционная модель «Deviance level BD», которая может быть использована для профилактики девиантного поведения несовершеннолетних, а также анализа и выявления проявлений их агрессивного поведения для предупреждения совершения ими преступных действий. Данная модель определяет уровень девиантности несовершеннолетних на основании опросника Басса-Дарки в целях предупреждения проявления отклоняющегося поведения, а также его возможной коррекции.

Метод нечеткого оценивания, использованный в данной работе, позволяет для заданных значений входных переменных получить итоговую оценку результативного фактора на основе построенной нечеткой модели, в зависимости от выбранной для данного объекта стратегии оценивания.

На основании выделенных факторов нами проанализированы экспертные оценки каждого фактора, подобраны функции принадлежности с учетом мнений экспертов в соответствии с особенностями терм-множеств. Оценивание факторов и построение функций принадлежности проводилось в сопоставлении применения трапецевидных, треугольных и Гауссовских функций принадлежности.

Сформированная иерархическая структура входных факторов позволила нам существенно уменьшить количество правил с учетом полноты системы и обеспечить отсутствие в ней противоречивости.

Возможности построенной продукционной системы были проверены на основании проведенного опроса среди несовершеннолетних, относящихся к различным терм-множествам выходной переменной «Уровень девиантности». Рассмотрим результат опроса трех подростков, относящихся к следующим группам: первый испытуемый является учащимся средней общеобразовательной школы, не имеет явных признаков отклоняющегося поведения, второй – состоит на учете в ПДН, третий – несовершеннолетний осужденный.

В результате опроса первого испытуемого получены следующие значения: «Физическая агрессия» (Assault) – 0,6; «Косвенная агрессия» (Indirect aggression) – 0,11; «Раздражительность» (Irritability) – 0,09; «Негативизм» (Negativism) – 0,2; «Обида» (Resentment) – 0; «Подозрительность» (Suspicion) – 0,5; «Вербальная агрессия» (Verbal Aggression) – 0,54; «Чувство вины» (Guilt) – 0,11. Таким образом, нами получено

значение выходной переменной «Девиантность» (Deviance), равное «good» (0,161), т. е. несовершеннолетний с высоким уровнем развития правосознания, уважающий как законы, установленные государством, так и моральные принципы – добропорядочный, что соответствует требуемому значению выходной переменной.

Проведя опрос второго испытуемого методом Басса-Дарки получены следующие значения входных переменных: «Физическая агрессия» (Assault) – 0,9; «Косвенная агрессия» (Indirect aggression) – 0,78; «Раздражительность» (Irritability) – 0,82; «Негативизм» (Negativism) – 0,8; «Обида» (Resentment) – 0,86; «Подозрительность» (Suspicion) – 0,8; «Вербальная агрессия» (Verbal Aggression) – 0,85; «Чувство вины» (Guilt) – 1. В результате функционирования нечеткой продукционной системы «Deviance level BD» получено значение выходной переменной «Девиантность» (Deviance), равное «offender» (0,56), определенное нами как несовершеннолетний, противоречащий правовым нормам, однако не являющийся преступником (может состоять на учете в ПДН, привлекаться в качестве правонарушителя по КоАП РФ) – правонарушитель, что также соответствует реальному значению переменной.

В результате опроса третьего испытуемого получены следующие значения входных переменных: «Физическая агрессия» (Assault) – 0,6; «Косвенная агрессия» (Indirect aggression) – 0,11; «Раздражительность» (Irritability) – 0,09; «Негативизм» (Negativism) – 0,2; «Обида» (Resentment) – 0; «Подозрительность» (Suspicion) – 0,5; «Вербальная агрессия» (Verbal Aggression) – 0,54; «Чувство вины» (Guilt) – 0,11. В данном примере получено значение выходной переменной «Девиантность» (Deviance), равное «criminal», что определено нами как несовершеннолетний, совершивший преступления небольшой и средней тяжести – преступник. Действительно, опрашиваемое лицо приговорено к уголовной ответственности по подпунктам «а», «г» части 2 статьи 161 Уголовного кодекса Российской Федерации, что в соответствии с частью 3 статьи 15 Уголовного кодекса Российской Федерации относится к преступлениям средней тяжести.

Согласно полученным результатам нами достигнута достоверность, адекватность и эффективность построенной продукционной системы.

Нечеткая продукционная система «Deviance level BD» позволяет проводить оценку уровня девиантности несовершеннолетних, а также является инструментом для более эффективного, всестороннего и достоверного анализа системы. Более того, применение данной нечеткой продукционной системы позволит не только выявлять уровень девиантности несовершеннолетних на раннем этапе формирования отклонения, но и обеспечит качественный анализ полученных результатов

Следует отметить необходимость дальнейшего более детального анализа факторов, влияющих на уровень девиантности несовершеннолетних, а также расширения их множества, в том числе за счет включения новых факторов, определяемых посредством других опросников, применяемых для определения уровня девиантности несовершеннолетних.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гуляева К.Ю. Агрессивность в подростковом возрасте и ее коррекция. *Омский научный вестник*. 2007;55(3):107–110.
2. Buss A.H., Perry M. The Aggression Questionnaire. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1992;63(3):452–459. DOI: 10.1037//0022-3514.63.3.452.
3. Узлов Н.Д. Декларируемая агрессивность законопослушных граждан и осужденных к различным срокам лишения свободы, диагностируемая

- опросником Басса-Дарки. *Вестник Пермского университета*. 2014;18(2):100–110.
4. Нарушев И.Р., Мельников А.В., Денисенко В.В. Модели обобщенного показателя девиантного поведения несовершеннолетних. *Вестник Воронежского института МВД России*. 2018;(1):44–50.
 5. Леоненко А.В. *Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH*. СПб.: БХВ-Петербург; 2005. 736 с.
 6. Шевченко И.В., Кармазин В.Н., Коваленко А.В. Комплексная оценка кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса с помощью нечеткой продукционной системы. *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2008;2(2):81–86.
 7. Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Диагностика состояния предприятия на основе нечётких продукционных систем. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2008;2(11):20–27.
 8. Коваленко А.В. Нейронная сеть и нечёткие множества, как инструмент оценки кредитоспособности заёмщика. *Прикладная математика XXI века. Материалы VI объединённой научной конференции студентов и аспирантов факультета прикладной математики*. 2006:56–58.
 9. Хван А.А., Зайцев Ю.А., Кузнецова Ю.А. Стандартизация опросника А. Басса и А. Дарки. *Психологическая диагностика*. 2008;(1):35–58.
 10. Недосекин А.О. Финансовый менеджмент на нечетких множествах. *Аудит и финансовый анализ*. 2003;(3):195–255.
 11. Кириллова Е.Б. Гендерные различия черт личности несовершеннолетних осуждённых. *Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России*. 2017;74(2):201–206.

REFERENCES

1. Gulyaeva K.U. Aggressiveness in adolescence and its correction. *Omskij nauchnij vestnik = Omsk Scientific Bulletin*. 2007;55(3):107–110. (In Russ).
2. Buss A.H., Perry M. The Aggression Questionnaire. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1992;63(3):452–459. DOI: 10.1037//0022-3514.63.3.452.
3. Uzlov N.D. Declared aggressivity of law-abiding citizen and convicts with various prison terms, diagnosed by Buss-Durkee hostility inventory. *Vestnik Permskogo universiteta = Perm University Herald*. 2014;18(2):100–110. (In Russ).
4. Narushev I.R., Melnikov A.V., Denisenko V.V. Models of the generalized indicator of deviant behavior of minors. *Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii = The bulletin of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2018;(1):44–50. (In Russ).
5. Leonenko A.V. *Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzyTECH*. Saint Petersburg, BKhV-Peterburg; 2005. 736 p. (In Russ).
6. Shevchenko I.V., Karmazin V.N., Kovalenko A.V. Comprehensive assessment of the creditworthiness of small and medium-sized businesses using a fuzzy production system. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*. 2008;2(2):81–86. (In Russ).
7. Kovalenko A.V., Karmazin V.N. Diagnostics of the state of the enterprise based on fuzzy production systems. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2008;2(11):20–27. (In Russ).

8. Kovalenko A.V. Neural network and fuzzy logic sets as a tool for assessing the creditworthiness of the borrower. *Applied mathematics of the XXI century. Proceedings of the 5th Joint Scientific Conference for students and postgraduates of Applied Mathematics Department*. 2006:56–58. (In Russ).
9. Khvan A.A., Zaitsev Yu.A., Kuznetsova Yu.A. Standardization of the questionnaire by A. Buss and A. Darkee. *Psikhologicheskaya diagnostika*. 2008;(1):35–58. (In Russ).
10. Nedosekin A.O. Financial management on fuzzy logic sets. *Audit and financial analysis = Audit i finansovyi analiz*. 2003;(3):195–255. (In Russ).
11. Kirillova E.B. Gender differences in personality traits of juvenile convicts. *Vestnik of the St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia = Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta MVD Rossii*. 2017;74(2):201–206. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Гиш Ася Зайдиновна, старший преподаватель Кубанского государственного университета, Краснодар, Российская Федерация.
e-mail: asuta04@mail.ru

Asya Zaidovna Gish, Senior Lecturer at Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation.

Коваленко Анна Владимировна, доктор технических наук, доцент Кубанского государственного университета, Краснодар, Российская Федерация.
e-mail: savanna-05@mail.ru
ORCID: [0000-0002-3991-3953](https://orcid.org/0000-0002-3991-3953)

Anna Vladimirovna Kovalenko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor at Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 04.12.2022; одобрена после рецензирования 23.01.2023; принята к публикации 13.02.2023.

The article was submitted 04.12.2022; approved after reviewing 23.01.2023; accepted for publication 13.02.2023.