

Научная статья

УДК 343.9

doi: 10.46741/2713-2811.2022.17.2.005

Мягкое моделирование и нечеткая математика в современной криминологии: исторические аспекты и тенденции развития

АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ БАБКИН

Вологодский институт права и экономики ФСИН России, Вологда,
Россия, aleksei_babkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8033-1747>

ОЛЕГ БОРИСОВИЧ ГОЛУБЕВ

Вологодский государственный университет, Вологда, Россия,
oleg_golubex@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2748-0051>

ВЛАДИМИР АФАНАСЬЕВИЧ ТЕСТОВ

Вологодский государственный университет, Вологда, Россия,
vladafan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3573-574X>

А н н о т а ц и я . В статье исследуются вопросы потенциала мягкого моделирования и нечеткой математики (теория нечетких множеств, нечеткая логика) в современной криминологии при построении криминологических моделей (определение общественной опасности деяния, личности преступника и др.). Выдвигаемые проблемы связаны с природой объектов исследования в криминологии, в том числе их специфическими особенностями в научной картине мира. В рамках вывода к статье авторским коллективом рассматривается решение задачи, состоящей в определении строгости наказания в зависимости от общественной опасности деяния и общественной опасности личности виновного.

К л ю ч е в ы е с л о в а : криминология; моделирование; научная картина мира; мягкое моделирование; криминологические модели; нечеткая математика; нечеткая логика; теория нечетких множеств; экспертные системы.

12.00.08 – Уголовное право и криминология, уголовно-исполнительное право.

5.1.4. Уголовно-правовые науки.

Д л я ц и т и р о в а н и я : Бабкин А. А., Голубев О. Б., Тестов В. А. Мягкое моделирование и нечеткая математика в современной криминологии: исторические аспекты и тенденции развития // *Ius publicum et privatum: сетевой научно-практический журнал частного и публичного права*. 2022. № 2 (17). С. 48–56. doi: 10.46741/2713-2811.2022.17.2.005.

Original article

Soft Modeling and Fuzzy Mathematics in Modern Criminology: Historical Aspects and Development Trends

© Бабкин А. А., Голубев О. Б., Тестов В. А., 2022

ALEKSEI A. BABKIN

Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penitentiary Service of Russia, Vologda, Russia, aleksei_babkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8033-1747>

OLEG B. GOLUBEV

Vologda State University, Vologda, Russia, oleg_golubex@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2748-0051>

VLADIMIR A. TESTOV

Vologda State University, Vologda, Russia, vlada-fan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3573-574X>

Abstract. The scientific article examines issues of capacities of soft modeling and fuzzy mathematics (theory of fuzzy sets, fuzzy logic) in modern criminology in the construction of criminological models (determination of public danger of the act, public danger of the criminal's personality, etc.). The problems put forward for research by the authors are related to the nature of the objects of research in criminology, including their specific features in the scientific picture of the world. As part of the conclusion to the article, the authors' team considers solution of the problem of determining the severity of punishment depending on the public danger of the act and the public danger of the perpetrator's personality.

Keywords: criminology; modeling; scientific picture of the world; soft modeling; criminological models; fuzzy mathematics; fuzzy logic; theory of fuzzy sets; expert systems.

12.00.08 – Criminal law and criminology, penal law.

5.1.4. Criminal legal sciences.

Citation: Babkin A.A., Golubev O.B., Testov V.A. Soft modeling and fuzzy mathematics in modern criminology: historical aspects and development trends. *Ius publicum et privatum: online scientific and practical journal of private and public law*, 2022, no. 2 (17), pp. 48–56. doi: 10.46741/2713-2811.2022.17.2.005.

В последнее время в теории и практике правоохранительной деятельности во всем мире все чаще обсуждаются вопросы моделирования, формализации правовых процессов, в том числе методологические основы определения общественной опасности преступления и пути его предупреждения [1; 8]. Актуальной представляется тематика, связанная с формализацией критериев оценки человеческой деятельности, измерения характеристик, классификации объектов и др.

Данные проблемы связаны с самой природой объектов исследования в криминологии, их специфическими особенностями в научной картине мира. По мнению философов, общая научная картина мира – это «особая форма теоретического знания, репрезентирующая предмет исследования науки соответственно определенному этапу ее исторического развития, посредством которой интегрируются и систематизируются конкретные знания, полученные в различных областях научного поиска» [12].

Суть научной картины мира заключается в ее интегративной функции, обеспечении синтеза отдельных научных знаний. Научная картина мира вводит определенные ограничения на формирование и характер научных парадигм, направляет движение мысли и определяет способ видения окружающего мира.

Постоянно меняющиеся образные представления о динамичном окружающем нас мире порой трудно и почти невозможно выразить в формате устойчивых понятий, провести их классификацию и т. д.

На сегодняшний день, на наш взгляд, именно нестрогие понятия и построенные на их базе модели подходят для познания и изучения сложных изменчивых систем, причем не в меньшей, а, возможно, даже в большей степени, чем всем знакомые строгие модели и понятия.

Необходимо отметить, что к началу XXI в. перемены, произошедшие в естественно-научной картине мира, коснулись правового поля (юридических наук), в том числе и криминологии. Кроме того, очевидным является тот факт, что основные понятия криминологии точно не определены. Такими «размытыми» понятиями (например, «общественная опасность деяния», «общественная опасность личности», «строгость наказания» и т. д.) криминология как наука оперирует уже достаточно давно. Отметим, что в юридических, как и в других гуманитарных дисциплинах, более естественным является определение понятий через их неформальное описание или через примеры, ориентированные на контекст, в котором будут употребляться эти понятия.

Подобный подход нельзя считать слабостью криминологии, и он должен использоваться вполне сознательно. Применение нестрогих понятий позволяет оперировать с ними в широких контекстах, типичных для гуманитарной, в том числе юридической, сферы. С другой стороны, любое уточнение таких понятий сокращает область применения и тем самым ставит под сомнение их полезность.

В частности, в арбитражном и гражданском процессуальном праве Российской Федерации можно обнаружить около тысячи случаев использования таких нестрогих терминов. Эти термины формулируют нечеткие понятия закона (оценочные понятия) [10].

Особо значимую роль в создании условий для формирования современной научной картины мира играет математика, что определяется ее местом в системе наук, универсальностью методов и методик, лежащих в основе ряда фундаментальных наук. Представляя собой общенаучный метод познания действительности, математика, ее методы, технологии, приложения создают некую обобщенную, научно обоснованную систему общих представлений, взглядов на мир и окружающие его детали, показывают единство научной картины.

Математика со времен Древней Греции была строго детерминированной наукой. Однако в последние годы (конец XX – начало XXI вв.) математическая наука, ее методы, познание мира утрачивают определенность, меру абсолютной достоверности и непоколебимости, существующие ранее в науке [6; 18].

В настоящий момент в научной среде растет понимание необходимости введения гибкой и в достаточной мере мягкой математики. Одним из наибо-

лее ярких примеров этого понимания стало исследование крупнейшего российского математика В. И. Арнольда, которое легло в основу принятия идей «мягкого моделирования» современным математическим сообществом [2].

Полагаем, что все умозаключения, предложенные В. И. Арнольдом, применимы и к криминологическим моделям. В описании преступности преимущественно используются мягкие модели. Жесткие модели могут быть применены только для простых систем, например для механических, которые стабильно повторяют свои состояния. Для них предсказания могут быть точными. Вместе с тем криминологические модели и построенные на их базе системы (например, определение общественной опасности преступления и др.) относятся к другому, более сложному классу систем, чем механические. Поэтому, когда решается задача предсказать состояние сложного криминологического процесса, даже при наличии знаний о характере его движения на этой основе составляются несколько разных сценариев будущего. Какой из этих сценариев будет воплощен, заранее предугадать невозможно, так как претворение допустимых возможностей в реальности зависит от множества факторов, в том числе и неотвратимых. Подвергая исследованию уже свершившийся процесс, можно указать факторы, в силу которых воплотился тот или иной сценарий развития, и, возможно, понять логику этого развития. Но, делая такие прогнозы, мы можем лишь обозначить набор возможностей и в лучшем случае указать, какие из них более, а какие менее вероятны.

В последние десять лет в науке на основе разработок синергетического мировидения, открытий в естествознании произошли перемены во всем стиле научного мышления (сознания): состоялась трансформация к образам (фигурам) хаоса; математическая теория мягких моделей стала основой для многих новых течений (направлений развития) современной математики (например, теория бифуркаций, фрактальная геометрия, асимптотическая математика и др.) [13; 16].

Одним из первых воплощений идей мягкого моделирования явилось создание методов нечеткой математики и нечеткой логики, которые позволяют объективизировать процессы с низким уровнем формализации, в том числе процессы определения опасности преступления, назначения наказаний, условно-досрочного освобождения и др. [4].

Впервые эти методы были рассмотрены в работе Л. Заде «Fuzzysets» («Нечеткие множества») в 1965 г. Ученый попытался описать такие явления и понятия, которые имеют многозначный и неточный характер. Нечеткость, как и неопределенность, противопоставляется точности. Нечеткость не предполагает рассмотрения вопроса о появлении события и относится только к способу описания самого события. Данная концепция зародилась у Л. Заде «как неудовлетворенность математическими методами классической теории систем, которая вынуждала добиваться искусственной точности, неуместной во многих системах реального мира, особенно в так называемых гуманистических системах, включающих людей» [20].

Математические основания нечеткой логики, нечетких множеств и их практического приложения рассматривались многими специалистами [3; 7; 9; 15].

Приведем основные понятия этой теории. Нечетким множеством A (подмножеством универсального множества U) называется множество пар $\{\mu_A(x), x\}$, где $x \in U$, а функция $\mu_A : U \rightarrow [0; 1]$ называется функцией принадлежности нечеткого множества A .

Обычные множества составляют подкласс некоторого класса нечетких множеств. Причем функция принадлежности обычного множества принимает только два значения: 0 или 1.

Под пересечением нечетких множеств A и B ($B \cap A$) понимают такое максимальное нечеткое множество, которое содержится как в A , так и в B , с функцией принадлежности:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}, x \in U.$$

Под объединением нечетких множеств A и B ($B \cup A$) понимают наименьшее нечеткое множество, которое содержит как A , так и B , с функцией принадлежности:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \}, x \in U.$$

Нечеткая логика является многозначной логикой со специальными свойствами и предназначена для моделирования нечеткости и ряда составных частей естественного языка.

Отметим, что одним из основных понятий теории нечеткой логики будет лингвистическая переменная $\langle \chi, T(\chi), U, G, M \rangle$, где χ – имя переменной, $T(\chi)$

– множество ее значений (языковые выражения), U – универсальное множество, G – синтаксическое правило, используя которое можно формировать языковые выражения, M – семантическое правило, с помощью которого каждому языковому выражению придается ее значение, которое будет нечетким множеством в U [5].

Лингвистические переменные бывают числовыми и нечисловыми, что определяется видом универсального множества U . У числовой лингвистической переменной $U \subset (-\infty; \infty)$ и базовая переменная является измеримой.

Теория нечетких множеств и нечеткая логика являются базой для создания нечетких систем управления и нечетких систем принятия решения. В настоящее время устойчивое признание завоевали экспертные системы, которые способны частично заменить специалиста-эксперта. Одно из главных достоинств экспертных систем – это возможность накапливать, обновлять, а также сохранять знания в течение длительного времени.

Посредством экспертных систем удастся решить многие актуальные проблемы, в том числе и в криминологии [11; 17; 19].

Неоспоримыми преимуществами нечетких систем управления по сравнению с другими являются: вероятность оперировать нестрогими входными данными; формализация критериев оценки и сравнения на основе аппарата

нечеткой математики; более качественная оценка входных и выходных данных результатов исследований; проведение сравнительного анализа с заданной степенью точности, быстрого моделирования сложных динамических систем [14].

В качестве примера рассмотрим задачу, состоящую в определении строгости наказания в зависимости от общественной опасности деяния и личности виновного. В каждой из этих двух категорий криминологам важно выделить наиболее существенные характеристики и оценивать их отдельно. Для простоты рассматриваемого примера первую категорию мы будем оценивать в целостном виде, а во второй выделим три характеристики: общественная опасность личности в прошлом, настоящем и будущем. Оценивают эти качества три эксперта (судьи) независимо друг от друга, выставляя любое число в пределах от 0 до 10 в зависимости от степени общественной опасности. Это число есть не что иное, как функция принадлежности, умноженная на 10.

Результаты оценивания приведены в таблице. При большом количестве характеристик удобнее выполнять все процедуры в программе MSExcel (вариант экспертной системы).

Таблица

Оценка критериев строгости наказания

Эксперты	Опасность деяния	Опасность личности в прошлом	Опасность личности в настоящем	Опасность личности в будущем	Строгость наказания max (min)
A1	7	5	7	6	6
A2	5	6	7	7	
A3	6	4	6	5	
min (A1, A2, A3)	5	4	6	5	

После заполнения экспертами таблицы необходимо найти в каждом столбце минимальное значение и записать его в последней строчке. Смысл этой операции состоит в следующем. Мнению каждого эксперта об общественной опасности преступления и личности виновного соответствует некоторое нечеткое множество. Чтобы найти общую часть этих различных множеств, надо найти их пересечение, а пересечение нечетких множеств образует функцию принадлежности. Таким образом, значение этой функции равно минимуму значений функций принадлежности всех трех множеств.

Далее необходимо определить оптимальное значение функции принадлежности нечеткого множества лингвистической переменной «строгость наказания». Для этого следует найти объединение нечетких множеств, соответствующих каждой из четырех характеристик. Значение функции принадлежности такого объединения находится как максимум значений функций принадлежностей каждого из четырех нечетких множеств, соответствующих четырем выделенным характеристикам. Иными словами, надо найти максимальное значение среди минимальных значений, записанных в последней строке. В данном примере это число 6, то есть искомое значение функции принадлежности равно 0,6. Таким образом, степень строгости наказания равна 0,6 в шкале от 0 до 1, то есть «немного выше среднего». Заметим, что

рассмотренное правило соответствует широко применяемому в математической теории игр принципу минимакса.

Разумеется, данную методику определения строгости наказания необходимо совершенствовать путем выделения дополнительных характеристик общественной опасности деяния и личности виновного и с учетом практики применения.

Таким образом, с помощью идей мягкого моделирования можно объективизировать процессы с низким уровнем формализации, в том числе и некоторые процессы в современной криминологии: определение опасности преступления, оптимизация механизмов назначения наказаний, условно-досрочное освобождение и т. д. Теория нечетких множеств и нечеткая логика являются базой для создания нечетких систем управления и нечетких систем принятия решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, Б. В. Моделирование при решении уголовно-правовых и криминологических задач / Б. В. Андреев, Г. И. Бушуев ; ответственный редактор академик В. Н. Кудрявцев. – Москва : НИИ проблем укрепления законности и правопорядка Генер. прокуратуры Рос. Федерации, 1997. – 100 с.
2. Арнольд, В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели / В. И. Арнольд. – Москва : МЦНМО, 2004. – 32 с. – ISBN 5-94057-134-4.
3. Вершинин, М. И. Применение нечеткой логики в гуманитарных исследованиях / М. И. Вершинин, Л. П. Вершинина // Библиосфера. – 2007. – № 4. – С. 43–47.
4. Дядькин, Д. С. Теоретические основы назначения уголовного наказания: алгоритмический подход / Д. С. Дядькин. – Санкт-Петербург : Юрид. центр «Пресс», 2006. – 508 с. – ISBN 5-94201-483-3.
5. Заде, А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / А. Заде ; перевод с английского Н. И. Ринго ; под редакцией Н. Н. Моисеева и С. А. Орловского. – Москва : Мир, 1976. – 165 с.
6. Клайн, М. Математика. Утрата определенности / М. Клайн ; перевод с английского Ю. А. Данилова ; под редакцией И. М. Яглома. – Москва : Мир, 1984. – 446 с.
7. Конышева, Л. К. Основы теории нечетких множеств : учебное пособие / Л. К. Конышева, Д. М. Назаров. – Санкт-Петербург : Питер, 2011. – 192 с. – ISBN 978-5-459-00735-0.
8. Мухин, В. В. Нечеткая логика в правоохранительной деятельности / В. В. Мухин, Т. В. Ратникова // Череповецкие научные чтения. – 2009. – С. 186–188.
9. Новак. Математические принципы нечеткой логики / Новак, И. Перфильева, Мочкорж ; под редакцией А. Н. Аверкина. – 2-е изд., доп. и испр. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 347 с. – ISBN 5-9221-0399-7.
10. Опалев, Р. О. Оценочные понятия в арбитражном и гражданском процессуальном праве / Р. О. Опалев. – Москва : Волтерс Клувер, 2008. – 234 с. – ISBN 978-5-466-00361-1.
11. Орлов, А. И. Теория принятия решений : учебное пособие / А. И. Орлов. – Москва : Март, 2004. – 656 с.
12. Степин, В. С. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации / В. С. Степин, Л. Ф. Кузнецова. – Москва : ИФРАН, 1994. – 272 с. – ISBN 5-201-01853-X.
13. Тестов, В. А. Обновление содержания обучения математике: исторические и методологические аспекты / В. А. Тестов. – Вологда : ВГПУ, 2012. – 175 с. – ISBN 978-5-87822-504-5.

14. Ухоботов, В. И. Избранные главы теории нечетких множеств : учебное пособие / В. И. Ухоботов. – Челябинск : Челяб. гос. ун-т, 2011. – 245 с. – ISBN 978-5-7271-1080-5.
15. Хаптахоева, Н. Б. Введение в теорию нечетких множеств : учебное пособие / Н. Б. Хаптахоева, С. В. Дамбаева, Н. Н. Аюшева. – Часть 1. – Улад-Удэ : ВСГТУ, 2004. – 68 с. – ISBN 5-89230-199-0.
16. Gödel, K. F. *Philosophy of Mathematics: Selected Readings.* / K. F. Gödel. – Cambridge Univ. Press: 470-85.
17. Golubev, O. B., Testov, V. A. Network information technologies as a basis of new education paradigm / O. B. Golubev, V. A. Testov // *Procedia-Social and Behavioral Sciences.* – 2015. – Volume 214. – P. 128–134.
18. Kosko, B. A. *Heaven in a Chip: Fuzzy Visions of Society and Science in the Digital Age* / B. A. Kosko // Random House / Three Rivers Press. – 2000. – 120 p.
19. Testov, V. A. Mathematical giftedness and its development. // *Perspectives of science and education: international electronic scientific-practical magazine.* – 2014. – No. 6 – P. 60–67.
20. Zadeh, L. A. Fuzzy sets / L. A. Zadeh // *Information and Control.* – 1965. – Volume 8, No 3. – P. 338–353.

REFERENCES

1. Andreev B.V., Bushuev G.I. *Modelirovanie pri reshenii ugolovno-pravovykh i kriminologicheskikh zadach* [Modeling in solving criminal law and criminological problems]. Moscow: NII problem ukrepleniya zakonnosti i pravoporyadka Gener. prokuratury Ros. Federatsii, 1997. 100 p.
2. Arnol'd V. I. “Zhestkie” i “myagkie” matematicheskie modeli [“Hard” and “soft” mathematical models]. Moscow: MTsNMO, 2004. 32 p. ISBN 5-94057-134-4.
3. Vershinin M. I., Vershinina L.P. Application of fuzzy logic in the humanities. *Bibliosfera=Bibliosphere*, 2007, no. 4, pp. 43–47. (In Russ.).
4. Dyad'kin D.S. *Teoreticheskie osnovy naznacheniya ugovnogo nakazaniya: algoritmicheskii podkhod* [Theoretical foundations of the appointment of criminal punishment: algorithmic approach]. Saint Petersburg: Izd-vo R. Aslanova “Yuridicheskii tsentr press”, 2006. 508 p. ISBN 5-94201-483-3.
5. Zadeh Lotfi Askar. *Ponyatie lingvisticheskoi peremennoi i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennykh reshenii* [The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning]. Moscow: Mir, 1976. 165 p.
6. Kline M. *Matematika. Utrata opredelennosti* [Mathematics: The Loss of Certainty]. Moscow: Mir, 1984. 446 p.
7. Konysheva L.K., Nazarov D.M. *Osnovy teorii nechetkikh mnozhestv: uchebnoe posobie* [Fundamentals of the theory of fuzzy sets: textbook]. Saint Petersburg: Piter, 2011. 192 p. ISBN 978-5-459-00735-0.
8. Mukhin V.V., Ratnikova T.V. Fuzzy logic in law enforcement. In: *Cherepovetskie nauchnye chteniya* [Cherepovets scientific readings]. 2009. Pp. 186–188. (In Russ.).
9. Novák V., Perfil'eva I., Močkoř J. *Matematicheskie printsipy nechetkoj logiki* [Mathematical principles of fuzzy logic]. Moscow: FIZMATLIT, 2006. 347 p. ISBN 5-9221-0399-7.
10. Opalev R.O. *Otsenochnye ponyatiya v arbitrazhnom i grazhdanskom pro-tsessual'nom prave* [Evaluative concepts in arbitration and civil procedural law]. Moscow: Volters Kluver, 2008. 234 p. ISBN 978-5-466-00361-1.
11. Orlov A.I. *Teoriya prinyatiya reshenii: uchebnoe posobie* [Theory of decision-making: textbook]. Moscow: Mart, 2004. 656 p.
12. Stepin V.S., Kuznetsova L.F. *Nauchnaya kartina mira v kul'ture tekhnogennoi tsivilizatsii* [The scientific picture of the world in the culture of technogenic civilization]. Moscow: IFRAN, 1994. 272 p. ISBN 5-201-01853-X.

13. Testov V.A. *Obnovlenie sodержaniya obucheniya matematike: istoricheskie i metodologicheskie aspekty* [Updating the content of teaching mathematics: historical and methodological aspects]. Vologda: VGPU, 2012. 175 p. ISBN 978-5-87822-504-5.
14. Ukhobotov V.I. *Izbrannye glavy teorii nechetkikh mnozhestv: uchebnoe posobie* [Selected chapters of the theory of fuzzy sets: textbook]. Chelyabinsk: Izd-vo Chelyab. gos. un-ta, 2011. 245 p. ISBN 978-5-7271-1080-5.
15. Khaptakhaeva N.B., Dambaeva S.V., Ayusheva N.N. *Vvedenie v teoriyu nechetkikh mnozhestv: uchebnoe posobie. Chast' 1* [Introduction to the theory of fuzzy sets: textbook. Part 1]. Ulad-Ude: Izd-vo VSGTU, 2004. 68 p. ISBN 5-89230-199-0.
16. Gödel K.F. *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*. Cambridge Univ. Press: 470-85.
17. Golubev O.B., Testov V.A. Network information technologies as a basis of new education paradigm. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 214, pp. 128–134
18. Kosko B.A. *Heaven in a chip: fuzzy visions of society and science in the digital age*. Random House. Three Rivers Press. 2000. 120 p.
19. Testov V.A. Mathematical giftedness and its development. *Perspectives of Science and Education: International Electronic Scientific-Practical Magazine*, 2014, no. 6, pp. 60–67. Available at: <http://pnojurnal.wordpress.com>
20. Zadeh L. A. Fuzzy sets. *Information and Control*, 1965, vol. 8, no. 3, pp. 338–353.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ БАБКИН – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и математики инженерно-экономического факультета Вологодского института права и экономики ФСИН России, Вологда, Россия, aleksei_babkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8033-1747>

ОЛЕГ БОРИСОВИЧ ГОЛУБЕВ – кандидат педагогических наук, доцент, директор института математики, естественных и компьютерных наук Вологодского государственного университета, Вологда, Россия, oleg_golubex@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2748-0051>

ВЛАДИМИР АФАНАСЬЕВИЧ ТЕСТОВ – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры математики и информатики института математики, естественных и компьютерных наук Вологодского государственного университета, Вологда, Россия, vladafan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3573-574X>

ALEKSEI A. BABKIN – Candidate of Sciences (Pedagogy), Associate Professor, associate professor of the Department of Computer Science and Mathematics of the Faculty of Engineering and Economics of the Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penitentiary Service of Russia, aleksei_babkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8033-1747>

OLEG B. GOLUBEV – Candidate of Sciences (Pedagogy), Associate Professor, Director of the Institute of Mathematics, Natural Sciences and Computer Sciences of the Vologda State University, oleg_golubex@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2748-0051>

VLADIMIR A. TESTOV – Doctor of Sciences (Pedagogy), Professor, professor of the Department of Mathematics and Informatics of the Institute of Mathematics, Natural Sciences and Computer Sciences of Vologda State University, vladafan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3573-574X>

Статья поступила 30.09.2021