

Проблемы публичного права

Научная статья

УДК 343.9 + 004.032.26

doi: 10.17223/22253513/46/1

Компьютерное моделирование на основе нейросети как инструмент получения криминологически значимой информации по оценке состояния преступности (на материалах Республики Казахстан)

Александр Витальевич Баширов¹,
Татьяна Станиславовна Волчецкая²,
Бахыт Молдатьяевич Нургалиев³, Талгат Ахматзиевич Ханов⁴

^{1, 3, 4} Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Республика Казахстан
² Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

¹ bashirov_av@mail.ru

² larty777@gmail.com

³ nbake@mail.ru

⁴ thanov@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты проведенного исследования по возможности использования компьютерного моделирования на основе нейронной сети для получения криминологически значимой информации о влиянии динамики социальных факторов на состояние преступности. Описана технология создания модели и ее использования. Выявлено влияние изменения минимальной заработка платы и иных отдельных показателей на состояние преступности в целом и на преступления экстремистской и террористической направленности.

Ключевые слова: нейросеть, компьютерное моделирование в криминологии, социально-экономические факторы в криминологии, оценка состояния преступности, преступления террористической и экстремистской направленности

Источник финансирования: статья подготовлена в рамках выполнения договора на грантовое финансирование Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (ИРН проекта АР08856905).

Для цитирования: Баширов А.В., Волчецкая Т.С., Нургалиев Б.М., Ханов Т.А. Компьютерное моделирование на основе нейросети как инструмент получения криминологически значимой информации по оценке состояния преступности (на материалах Республики Казахстан) // Вестник Томского государственного университета. Право. 2022. № 46. С. 5–25. doi: 10.17223/22253513/46/1

Problems of the public law

Original article

doi: 10.17223/22253513/46/1

Computer modeling based on a neural network as a tool for obtaining criminologically significant information on assessing the state of crime: based on the materials of the Republic of Kazakhstan

Aleksandr V. Bashirov¹, Tatyana S. Volchetskaya²,
Bakhyt M. Nurgaliyev³, Talgat A. Khanov⁴

^{1, 3, 4} Karaganda university of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, Republic of Kazakhstan

² Baltic Federal University named after I. Kant, Kaliningrad, Russian Federation

¹ bashirov_av@mail.ru

² larty777@gmail.com

³ nbake@mail.ru

⁴ thanov@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to obtain the missing information related to the assessment of the degree of influence of changes in some socio-economic factors on the state of crime and its individual manifestations. The motivation for the study is related to the initiative of the President of the Republic of Kazakhstan Kassym Jomart Tokayev to increase the minimum wage. The justification for the increase in the minimum wage was a calculation that showed an increase in gross domestic product by 1.5%.

The method of research is computer modeling based on the functioning of a neural network. The creation and training of the neural network was based on official statistical data of the Republic of Kazakhstan.

At the initial stage of the study, the effectiveness of the chosen method was tested in comparison with other methods of information processing and analysis. The test showed a higher accuracy of calculation using a computer neural network. The dependence of changes in the minimum wage with an increase in gross domestic product and a decrease in the crime rate was confirmed.

At the next, main stage of the study, there was a need to improve the neural network by optimizing the input matrix intended for training. Optimization lies in the fact that the learning matrix was formed by those values of socio-economic parameters, the impact of which on the level of crime and crime associated with manifestations of terrorism and extremism is maximal. Test comparisons of calculation results using neural network training optimization showed more accurate data compared to standard neural network training.

Using a more advanced neural network, modeling of the expanded impact of changes in the minimum wage on the level of crime and criminal activity of an extremist and terrorist nature was carried out.

The simulation results showed that the dependence of changes in the crime rate on changes in the minimum wage has a more complex nature of influence, in which it is important to determine its optimal value. The increase in the minimum wage has practically no effect on crimes of special gravity. They can mitigate the manifestations of peak activity of crimes of particular severity, but they do not have a significant impact on this type of crime.

The research group notes the universality of the described software tools. Its application can be significantly expanded and used in various applications related to law enforcement.

Keywords: neural network, computer modeling in criminology, socio-economic factors in criminology, assessment of the state of crime, terrorist and extremist crimes

Funding: The article was prepared as part of the implementation of the grant financing agreement by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Individual project registration number AP08856905).

For citation Bashirov, A.V., Volchetskaya, T.S., Nurgaliyev, B.M. & Khanov, T.A. (2022) Computer modeling based on a neural network as a tool for obtaining criminologically significant information on assessing the state of crime: based on the materials of the Republic of Kazakhstan. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Pravo – Tomsk State University Journal of Law.* 46. pp. 5–25. (In Russian). doi: 10.17223/22253513/46/1

Введение

Оценка состояния преступности в масштабах страны является актуальной и сложной задачей. Оценка влияния изменения определенных социально-экономических показателей на преступность в целом или ее отдельных проявлений является задачей еще более сложной.

Отдельные проявления преступности, связанные, в частности, с проявлением экстремистской и террористической деятельности, имеют специфические особенности и отличия [1. С. 58]. Основной специфической особенностью, характерной для современного этапа, является развитие информационных и интернет-технологий [2. С. 16]. Известны многочисленные примеры использования социальных сетей в организации управления целенаправленных деструктивных действий, организации и финансировании экстремизма [3. С. 216].

Другой особенностью, характерной для проявления террористической и экстремистской деятельности, является малоинформационность [4. С. 39].

Авторский коллектив, исследуя особенности проявления преступной деятельности, связанной с проявлением экстремизма и терроризма, столкнулся с этой особенностью. Необходимость получения дополнительной, криминологически значимой информации явилась основной мотивацией проведенных авторским коллективом исследований, обоснованием выбора инструментария и описания полученной результативности.

Для осуществления исследований авторская группа располагала ограниченным числом официальных статистических данных, необходимых для проведения соответствующей обработки. Эти ограничения связаны как с закрытым доступом данных, так и с очень сильной взаимосвязью и взаимозависимостью с другими преступлениями и правонарушениями. Прежде всего это относится к особо тяжким преступлениям.

Идея проведения исследований на основе использования современных средств обработки и анализа информации возникла в связи с рекомендацией Президента Республики Казахстан (РК) Касым-Жомарта Токаева по

увеличению минимальной заработной платы (МЗП). Обоснование этой рекомендации основывалось на предварительных расчетах с использованием современных средств обработки информации. Согласно этим расчетам, предполагается увеличение валового внутреннего продукта (ВВП) РК на 1,5% [5].

Исследовательской группой было выдвинуто предположение, что одним из оптимальных методов обработки информации является компьютерное моделирование на основе обученной нейросети. Используя официальные статистические данные, было осуществлено компьютерное моделирование на основе обученной нейросети [6. С. 10].

Выполненный предварительный этап на основе моделирования компьютерной нейросети показал, что повышение МЗП сопровождается увеличением ВВП и уменьшением количества преступлений [7. С. 330].

Полученные результаты позволили перейти к следующему, основному этапу проведения исследования в рамках выполнения договора на грантовое финансирование, заключенного с Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (ИРН проекта АР08856905).

Краткая история вопроса

Осуществление выбора инструментария на основе моделирования компьютерной нейросети является перспективным и востребованным.

В настоящее время нейросети эффективно используются при принятии решений и управлении, кластеризации, прогнозировании, сжатии информации, а также получении необходимой информации [8. С. 124]. Использование нейросетей осуществляется во всех отраслях человеческой деятельности [9. С. 955]. Следует особо отметить постоянное расширение круга возможного использования нейросетей [10. С. 85]. Нейронные сети, в частности, активно используются в различных приложениях юриспруденции [11. С. 2024].

Соответствующие программные системы и средства видеондентификации позволяют определять потенциального преступника по мимике, походке [12. С. 5]. Существуют системы идентификации компьютерного обнаружения коррупционных схем по анализу документооборота [13].

Применение интеллектуальных систем, основанных на нейросетевом моделировании, в правоохранительной деятельности имеет ряд специфических особенностей, которые необходимо учитывать. Основной особенностью являются возможные ошибки идентификации, которые, к примеру, могут повлиять на репутацию субъекта из-за того, что система распознавания отнесла к противозаконным действиям [14. С. 46].

Эти ошибки могут быть связаны с недостаточным или некорректным обучением нейронной сети [15. С. 53], ее неполной тестовой проверкой [16. С. 99]. Причиной ошибок могут также быть всевозможные системные погрешности по био-, аудио- и аутентификации личности и иным входным сигналам, предназначенным для обработки и анализа [17].

С этой точки зрения при проведении большинства исследований, связанных с использованием нейросетевого моделирования, необходимо осуществлять тестирование, оценку расхождения фактических и расчетных данных.

По мнению авторской группы, осуществление тестирования должно быть неизменным условием использования компьютерной нейросети в разнообразных приложениях юриспруденции. Это условие является принципиально важным. По этой причине на предварительном этапе исследований было осуществлено сопоставление степени точности фактических и расчетных данных ВВП РК и общего количества преступлений РК [7. С. 331].

Существует и описание эффективного использования интеллектуальных программных средств в странах СНГ [18. С. 193]. В частности, идея использования статистических данных при формировании и обучении нейронных сетей были применена при разработке экспертных систем [19. С. 127]. Упомянутые экспертные системы были использованы в определении оценки уровня возможной террористической угрозы и вероятности ее возникновения [20. С. 130].

В Республике Казахстан были проведены исследования по формированию и обучению нейросетей при идентификации содержания текстовых сообщений в сети Интернет. Нейросеть оценивает степень принадлежности нейтрального текстового содержания интернет-сообщения к террористическим или экстремистским проявлениям [21. С. 265].

Наша исследовательская группа реализует идею получения дополнительной криминологически значимой информации по официально зарегистрированным проявлениям преступной активности в Республике Казахстан, в частности, связанной с проявлениями терроризма и экстремизма.

Авторская группа считает, что использование компьютерного моделирования на основе нейросети имеет большой потенциал. Полагаем, что основой обучения и формирования компьютерной нейросети для получения криминологически значимой информации могут быть официальные статистические данные.

Описание решения задачи на основном этапе исследований грантового проекта

Формирование и обучение нейронной сети имеет определенную специфику. Полагаем, что к ней относятся основные особенности использования компьютерной нейросети при решении проблематики установления и анализа социально-экономической взаимосвязи. В частности, это:

– универсальность задачи, поскольку подобная идея и методика может быть использована в различных практических приложениях;

– сложность или многопараметричность задачи, в силу того, что нейросеть является моделью человеческого мозга, которому свойственно как вышеупомянутое разнообразие задач, так и многопараметричность. Сложность задачи может быть ограничена только ресурсно-аппаратными возможностями вычислительной техники;

- обучаемость имеющейся компьютерной нейросети. Отличие от других методов вычисления и анализа – в возможности быстрой перестройки и адаптации к изменяющимся условиям [22. С. 43];
- возможность динамичного изменения установления необходимой точности вычисления, количество циклов и других настроек имеющейся инструментария [23. С. 240];
- адаптация и совместимость с другими средствами и методами обработки и анализа информации [24. С. 328].

Как уже было сказано, в качестве матрицы обучения должны быть использованы официальные, в нашем случае – это статистические социально-экономические показатели Республики Казахстан [25].

На предварительном этапе исследований был обоснован выбор следующих основных социально-экономических показателей:

- численность населения страны (тыс. человек);
- продолжительность жизни мужчин (на 1 000 человек);
- продолжительность жизни женщин (на 1 000 человек);
- рождаемость в стране (на 1 000 человек);
- смертность в стране (на 1 000 человек);
- младенческая смертность (на 1 000 человек);
- количество рабочей силы (тыс. человек);
- количество наемных работников (тыс. человек);
- минимальная заработная плата (тенге);
- уровень безработицы (тыс. человек);
- валовый внутренний продукт на душу населения (тенге);
- количество преступлений [7. С. 326].

В табл. 1 приведены основные социально-экономические показатели РК в период 1994–2020 гг. Временные ограничения связаны с отсутствием учета данных более ранних сроков.

С использованием сформированной нейросети было осуществлено компьютерное моделирование тех возможных событий, которые могли происходить с преступностью в Республике Казахстан при условии изменения соответствующих социально-экономических параметров. В результате проведенного предварительного этапа исследований был, в частности, сделан вывод об уменьшении количества преступлений в случае увеличения минимальной заработной платы в Республике Казахстан [7. С. 330].

Как уже было сказано, использование систем и средств искусственного интеллекта имеет особую специфику в системе правоохранительных органов [14]. Это специфика связана с минимизацией ошибки расхождения расчетных и фактических значений. С этой точки зрения при решении задач, связанных с правоохранительной деятельностью, необходимо уделять приоритетное внимание оценке точности полученных результатов, т.е. обязательному осуществлению тестовой проверки.

В табл. 2 приведено сопоставление полученных результатов с использованием традиционных методов обработки информации и выбранного

нами программного инструментария. Более развернутое описание осуществления этого сопоставления было опубликовано ранее [7. С. 327].

Таблица 1
Основные социально-экономические показатели Республики Казахстан

Год	Население	Продолжительность жизни мужчин	Продолжительность жизни женщин	Рождаемость	Смертность	Младенческая смертность	Рабочая сила	Наемные работники	Минимальная зарплата	Уровень безработицы	Преступления (общее)
1994	15 957	60	70	19	10	27	7 118	6 030	122	536	201 796
1995	15 676	58	69	17	11	27	7 360	5 466	262	808	183 913
1996	15 481	58	70	16	11	25	7 490	4 918	1 550	971	183 977
1997	15 188	58	70	15	10	25	7 440	4 271	2 129	968	162 491
1998	14 955	59	70	15	10	22	7 053	3 783	2 395	925	142 100
1999	14 902	61	71	15	10	20	7 055	3 354	2 605	950	139 431
2000	14 866	60	71	15	10	19	7 107	3 504	2 680	906	150 790
2001	14 851	61	71	15	10	19	7 479	3 863	3 484	780	152 168
2002	14 867	61	72	15	10	17	7 400	4 030	4 181	691	135 151
2003	14 951	61	72	17	10	16	7 657	4 230	5 000	672	118 485
2004	15 075	61	72	18	10	15	7 841	4 470	6 600	659	143 550
2005	15 219	60	72	18	10	15	7 902	4 641	9 200	641	146 347
2006	15 397	61	72	20	10	14	8 029	4 777	9 200	625	141 271
2007	15 572	61	72	21	10	15	8 228	4 974	9 752	597	128 064
2008	15 982	62	72	23	10	21	8 415	5 199	12 025	558	127 478
2009	16 203	64	73	22	9	18	8 458	5 239	13 717	555	121 667
2010	16 441	64	73	23	9	17	8 611	5 409	14 952	497	131 896
2011	16 674	64	74	23	9	15	8 775	5 581	15 999	473	206 801
2012	16 910	65	74	23	9	14	8 982	5 814	17 439	475	287 681
2013	17 161	66	75	23	8	11	9 041	5 950	18 660	471	359 844
2014	17 416	67	76	23	8	10	8 962	6 110	19 966	452	341 291
2015	17 670	67	76	23	7	9	8 888	6 295	21 364	454	386 718
2016	17 918	68	77	23	7	9	8 999	6 343	22 859	446	361 689
2017	18 157	69	77	22	7	8	9 027	6 486	24 459	442	316 418
2018	18 396	69	77	22	7	8	9 139	6 613	28 284	444	292 286
2019	18 632	69	77	22	7	8	9 222	6 682	42 500	441	243 462
2020	18 880	67	76	23	9	8	9 181	6 687	42 500	453	162 783

На предварительном этапе исследований был сделан вывод о возможности использования нейросетей как основного программного инструментария. В наших исследованиях применялся стандартный нейропакет, о возможностях и функционале которого подробно написано ранее [26. С. 44].

При применении стандартного нейропакета, в частности, возможно изменить параметры функции активации, в нашем случае – сигмоидную функцию, значение среднеквадратичной ошибки, количество итераций.

Таблица 2

Оценка точности расчета состояния преступности с использованием нейросети и традиционных методов обработки информации

Выбранная позиция	Фактическое значение	Расчетное значение (традиционный анализ)	Расчетное значение (моделирование с использованием нейро сети)	Относительная погрешность (традиционный анализ, %)	Относительная погрешность (использование нейросети, %)
ВВП РК за 2015 г.	2 330 360	2 475 212	2 375 773	6,3	1,7
ВВП РК за 2016 г.	2 639 710	2 738 769	2 679 004	3,9	1,3
Совершенные преступления РК за 2015 г.	386 718	341 109	358 353	11,9	8,2
Совершенные преступления РК за 2016 г.	361 689	344 801	362 306	4,6	0,2

Решение задачи на основном этапе исследований, который описывается в настоящей статье, включает осуществление оптимизации выбранного нами инструмента исследований. Авторским коллективом была выдвинута гипотеза о том, что наиболее эффективным обучением нейронной сети может быть изменение матрицы с выделением наиболее информативных параметров. В дальнейшем на основе этой минимизированной матрицы с приоритетным параметрами необходимо заново сформировать уже оптимизированную нейронную сеть. Также необходимо сопоставление результатов нейронных сетей с осуществлением проверки полученных результатов.

Одним из стандартных способов осуществления процедуры выделения приоритетных параметров является использование результатов анкетирования, организованного исследовательской группой. Анкетирование было проведено среди 68 респондентов. Этими респондентами были студенты и преподаватели Карагандинского университета Казпотребсоюза, курсанты и преподаватели Карагандинской академии МВД РК.

Респондентам было предложено выбрать наиболее значимые факторы влияния на состояние преступности в Республике Казахстан, представленные в табл. 1.

Исследовательскую группу интересовало, каким социально-экономическим факторам (СЭФ) будут отданы предпочтения. Вопросы анкетирования касались влияния СЭФ как на общее состояние преступности, так и на преступления особой тяжести, связанные с проявлениями террористической и экстремистской направленности.

Результаты анкетирования представлены в табл. 3.

Из табл. 3 следует, что наиболее приоритетными СЭФ из предложенной стандартной совокупности значимых социально-экономических факторов являются МЗП, численность населения, ВВП, уровень безработицы.

Таблица 3

**Результаты анкетирования по оценке степени влияния
социально-экономических факторов на состояние преступности**

Наименование социально-экономического характера	Предпочтения респондентов по вопросу об общем состоянии преступности РК, %	Предпочтения респондентов по вопросу о состоянии преступности РК по террористической и экстремистской активности, %
Численность населения страны	19	9
Продолжительность жизни мужчин	0	0
Продолжительность жизни женщин	0	0
Рождаемость в стране	3	3
Смертность в стране	6	5
Младенческая смертность	0	0
Количество рабочей силы	3	3
Количество наемных работников	8	13
Валовый внутренний продукт на душу населения	13	8
Минимальная заработная плата	31	29
Величина прожиточного минимума	6	7
Уровень безработицы	10	11
Общая преступность	—	12

Полученная матрица состоит из тех СЭФ, которые оказывают наиболее сильное влияние на состояние преступности, осуществляя поиск оптимального решения. В связи с этим в дальнейшем будет использован термин «оптимизационная матрица».

Матрица для обучения оптимизированной нейронной сети для осуществления моделирования обобщенного состояния преступности представлена в табл. 4.

Задачей основного исследований является использование компьютерной нейросети для возможного моделирования преступлений террористической и экстремистской направленности.

Согласно результатам анкетирования, представленным в табл. 3, наиболее значимыми социально-экономическими показателями, влияющими на этот вид особо тяжкой преступности, являются: МЗП, наемные работники, уровень преступности и уровень безработицы.

Матрица обучения оптимизированной нейросети для преступлений особой тяжести, которая включает специфику преступлений террористической и экстремистской деятельности, представлена в табл. 5.

Причины различия матриц обучения (табл. 4, 5) связаны со спецификой преступлений террористической и экстремистской направленности, преступлений особой тяжести.

Таблица 4

Оптимизированная матрица обучения нейронной сети моделирования обобщенной преступности Республики Казахстан

Год	Население	МЗП	ВВП	Уровень безработицы	Преступления
1994	15 956,6	122	26 227,9	536,4	201 796
1995	15 675,7	262	64 123,3	808,3	183 913
1996	15 480,5	1 550	90 880,0	970,6	183 977
1997	15 188,1	2 129	109 045,2	967,8	162 491
1998	14 955,2	2 395	115 001,7	925,0	142 100
1999	14 901,7	2 605	135 075,4	950,0	139 431
2000	14 865,5	2 680	174 682,0	906,4	150 790
2001	14 851,2	3 484	218 772,4	780,3	152 168
2002	14 866,9	4 181	254 141,6	690,7	135 151
2003	14 951,3	5 000	309 341,3	672,1	118 485
2004	15 074,9	6 600	391 003,8	658,8	143 550
2005	15 219,2	9 200	501 127,5	640,7	146 347
2006	15 396,9	9 200	667 211,6	625,4	141 271
2007	15 571,4	9 752	829 865,3	597,2	128 064
2008	15 982,5	12 025	1 024 175,0	557,8	127 478
2009	16 203,2	13 717	1 056 854,7	554,5	121 667
2010	16 440,3	14 952	1 336 605,6	496,5	131 896
2011	16 673,8	15 999	1 705 848,6	473,0	206 801
2012	16 910,2	17 439	1 847 084,8	474,8	287 681
2013	17 160,8	18 660	2 113 204,8	470,7	359 844
2014	17 415,6	19 966	2 294 830,2	451,9	341 291
2015	17 669,8	21 364	2 330 360,2	454,2	386 718
2016	17 918,3	22 859	2 639 710,3	445,5	361689
2017	18 157,4	24 459	3 014 720,8	442,3	316418
2018	18 395,7	28 284	3 382 469,2	443,6	292286
2019	18 631,9	42 500	3 755 744,6	440,7	243 462
2020	18 879,5	42 500	3 770 522,3	453,0	162 783

Выделим основные особенности преступлений с проявлениями терроризма и экстремизма:

1) учет обобщенной преступности в Республике Казахстан ведется с момента провозглашения независимости. Преступления, связанные с террористической активностью, учитываются значительно позднее [2. С. 15];

2) преступления, связанные с террористической деятельностью, часто являются латентными, многие правонарушения не фиксируются в открытых официальных источниках, соответственно, не могут быть учтены при проведении анализа [3. С. 218];

3) проявления террористической и экстремистской деятельности относятся к новому виду преступности, который видоизменяется и «совершается». Можно без преувеличения сказать, что значительная часть этих деяний по ряду объективных и субъективных причин квалифицируется как «иные виды уголовных правонарушений»;

4) преступления, связанные с террористической и экстремистской деятельностью, являются наиболее общественно опасными деяниями, которые относятся к особо тяжким преступлениям. Подобные преступления имеют особую специфику, принципиально отличающуюся от других видов уголовных правонарушений [6. С. 7].

Таблица 5
**Оптимизированная матрица обучения нейронной сети моделирования
особо тяжких преступлений Республики Казахстан**

Год	Наемные рабочие	МЗП	Преступления	Уровень безработицы	Особо тяжкие преступления
2009	5 238,8	13 717	121 667	554,5	4 013
2010	5 409,4	14 952	131 896	496,5	3 627
2011	5 581,4	15 999	206 801	473,0	4 099
2012	5 813,7	17 439	287 681	474,8	3 828
2013	5 949,7	18 660	359 844	470,7	3 322
2014	6 109,7	19 966	341 291	451,9	2 631
2015	6 294,9	21 364	386 718	454,2	2 445
2016	6 342,8	22 859	361 689	445,5	2 463
2017	6 485,9	24 459	316 418	442,3	2 607
2018	6 612,5	28 284	292 286	443,6	2 300
2019	6 681,6	42 500	243 462	440,7	2 225
2020	6 686,7	42 500	162 783	453,0	2 578

Таким образом, на основном этапе исследований задачей является использование проверенного на предварительном этапе исследований программного инструментария для получения дополнительной криминологически значимой информации [7. С. 332].

Обсуждение результатов исследования

Обсуждение целесообразно начать с проверки идеи того, что обучение нейросети на основе оптимизации матрицы обучения является оправданным. О необходимости этой проверки при использовании нейросетей в правоохранительной системе было сказано ранее [7. С. 326].

Проверка осуществлялась по методике, вполне сопоставимой с той, которая была подробно описана ранее [7. С. 328].

В табл. 2 представлена результативность эффективности методов традиционной обработки информации компьютерного моделирования на основе нейросети.

В соответствии с методикой была осуществлена оценка сопоставления расчетов на основе нейросети стандартного обучения и обучения с выделением приоритетных параметров (см. табл. 4, 5).

Результаты этого сопоставления представлены в табл. 6, 7.

Следует отметить, что при формировании обучения нейросети намеренно пропускались данные 2015 и 2016 гг. Система идентификации воспринимала предъявляемые данные как новые, т.е. не входящие в обучение.

Таблица 6

Сопоставление расчета данных с использованием нейросети, обученной на стандартной и оптимальной матрице (обобщенная преступность)

Описание специфики функционирования и обучения нейросети	Расчетное значение	Реальное значение	Погрешность вычисления, %
Стандартное обучение, обобщенная преступность, 2015 г.	353 486	386 718	8,59
Обучение с наиболее информативными параметрами, обобщенная преступность, 2015 г.	360 360	386 718	6,82
Стандартное обучение, обобщенная преступность, 2016 г.	386 273	361 689	6,36
Обучение с наиболее информативными параметрами, обобщенная преступность, 2016 г.	372 987	361 689	3,03

Таблица 7

Сопоставление расчета данных с использованием нейросети, обученной на стандартной и оптимальной матрице (особо тяжкие преступления)

Описание специфики функционирования и обучения нейросетей	Расчетное значение	Реальное значение	Погрешность вычисления, %
Стандартное обучение, преступления особой тяжести, 2015 г.	2 617	2 445	6,57
Обучение с наиболее приоритетными параметрами, преступления особой тяжести, 2015 г.	2 421	2 445	0,96
Стандартное обучение, преступления особой тяжести, 2016 г.	2 794	2 463	11,85
Обучение с наиболее приоритетными параметрами, преступления особой тяжести, 2016 г.	2 582	2 463	4,60

Из табл. 6, 7 видно, что результаты моделирования с использованием матрицы приоритетных параметров (оптимизированной матрицы обучения) имеют меньшую ошибку расхождения фактических и расчетных значений. В дальнейшем описании полученной результативности будет использована нейросеть с так называемым оптимизационным обучением.

В табл. 8 представлены результаты моделирования влияния повышения минимальной заработной платы на уровень преступности.

Наглядно ситуация, связанная с влиянием повышения минимальной заработной платы на уровень преступности, представлена на рис. 1. На предварительном этапе исследований было отмечено, что увеличение минимальной заработной платы способствует снижению уровня преступности [7. С. 331].

Исследования, проведенные в дальнейшем, показывают, что существенное увеличение МЗП не имеет ожидаемого эффекта по снижению уровня преступности. С этой точки зрения увеличение МЗП целесообразно только до определенного, критериального значения.

Таблица 8

Результаты влияния повышения минимальной заработной платы на уровень преступности (моделирование с использованием оптимизации обучения компьютерной нейросети)

Год	Население	ВВП на душу населения	МЗП 1	МЗП 2	МЗП реал.	Уровень безработицы	Расчет 1 (МЗП 1)	Расчет 2 (МЗП 2)	Реальное значение (МЗП реал.)
2010	16440,5	1 336 605	15 000	15 000	14 952	496,5	131 936	131 936	131 896
2011	16673,9	1 705 848	17 000	19 000	15 999	473,0	210 447	192 994	206 801
2012	16910,2	1 847 084	19 000	23 000	17 439	474,8	277 266	293 886	287 681
2013	17160,9	2 113 204	21 000	27 000	18 660	470,7	350 517	329 833	359 844
2014	17415,7	2 294 830	23 000	31 000	19 966	451,9	333 503	328 216	341 291

Влияние МЗП на уровень преступности в РК

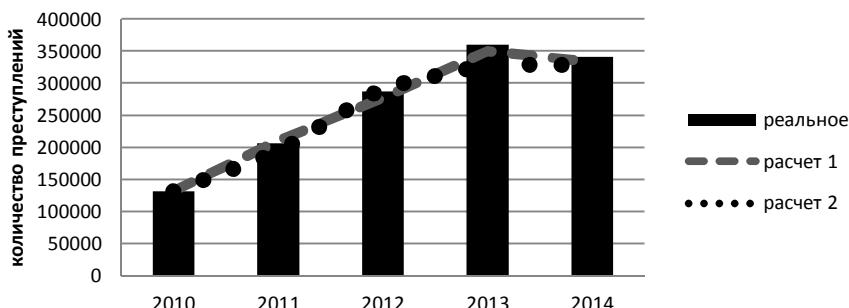


Рис. 1. Оценка влияния изменения минимальной заработной платы на обобщенную преступность в Республике Казахстан

Кроме того, снижение уровня преступности происходит не сразу, а через определенный временной промежуток.

В табл. 9 представлены результаты компьютерного моделирования по получению дополнительной информации о влиянии повышения заработной платы на особо тяжкие преступления, в частности террористической и экстремистской направленности.

Наглядно оценка влияния МЗП на динамику особо тяжких преступлений представлена на рис. 2.

Следует отметить, что результаты моделирования, представленные в табл. 8, 9, связаны с гипотезой о том, что в период с 2010 по 2014 г. происходило постоянное повышение МЗП. Использовались два концептуальных подхода при существенно разном росте МЗП. В табл. 8, 9 эти разные режимы обозначены как МЗП 1 и МЗП 2. Очевидно, что изменение МЗП 2 гораздо существеннее, чем МЗП 1.

Таблица 9

Результаты влияния повышения минимальной заработной платы на особо тяжкие преступления (моделирование с использованием оптимизации обучения компьютерной нейросети)

Год	Наемные работники	Преступления	МЗП 1	МЗП 2	МЗП реал.	Уровень безработицы	Расчет 1 (МЗП 1)	Расчет 2 (МЗП 2)	Реальное значение (МЗП реал.)
2010	5 409,4	131 896	15 000	15 000	14 952	496,5	3 624,77	3 624,77	3 627
2011	5 581,4	206 801	17 000	19 000	15 999	473,0	4 098,26	4 098	4 099
2012	5 813,7	287 681	19 000	23 000	17 439	474,8	3 821,41	3 820,26	3 828
2013	5 949,7	359 844	21 000	27 000	18 660	470,7	2 289,05	2 238,66	3 322
2014	6 109,7	341 291	23 000	31 000	19 966	451,9	2 353,31	2 335,01	2 631

Влияние изменения МЗП на динамику особо тяжких преступлений РК



Рис. 2. Оценка влияния изменения минимальной заработной платы на особо тяжкие преступления в Республике Казахстан

Причина того, что мы исследуем ретроспективу прошедших событий, заключается в том, что наша компьютерная сеть обучена на прошедших событиях. Мы, по естественным и понятным причинам, не можем моделировать будущие социально-экономические события [23]. Однако мы можем с достаточно высокой степенью точности получить дополнительную информацию (которая может иметь криминологическую значимость) по вопросу: «А что бы было с состоянием преступности в Республике Казахстан в 2010–2014 гг., если бы происходило повышение минимальной заработной платы?». Ответ на этот вопрос представлен в табл. 8, 9 и рис. 1, 2.

Выявленные особенности влияния повышения МЗП на особо тяжкие преступления проявляются гораздо в меньшей степени, чем на обобщенный уровень преступности.

Обращает внимание, что повышение МЗП может смягчить возможные пиковые всплески преступлений особой тяжести. Вместе с тем эффекта уменьшения проявления подобных преступлений не наблюдается. В отличие от обобщенного уровня преступности, инициативы по повышению МЗП не оказывают влияния на динамику особо тяжких преступлений и могут смягчить только пиковые всплески. Здесь важно отметить, что даже очень существенное повышение МЗП не оказывает практически никакого влияния на этот вид преступной деятельности.

Выводы и заключение

Таким образом, нами были выявлены специфика и особенности функционирования компьютерной нейросети, созданной с использованием стандартного нейропакета [26. С. 45; 27]. Установлено, что с помощью созданной компьютерной нейросети весьма эффективно проводить моделирование ситуаций, связанных с оценкой влияния увеличения минимальной заработной платы на состояние преступности Республики Казахстан в целом и ее отдельных проявлений в частности.

Основной акцент был сделан на применении надежного инструментария, с помощью которого было возможным получить дополнительную информацию о влиянии социально-экономических изменений на преступность. Исследовательскую группу интересовало, в частности, влияние повышения минимальной заработной платы на особо тяжкие преступления, преступления с проявлениями экстремизма и терроризма. Этот интерес был особенно важен в связи с инициативой Президента РК Касым-Жомарта Токаева по существенному повышению минимальной заработной платы в Республике Казахстан [5].

Авторский коллектив считает принципиально важным получение достоверных результатов, минимизацию возможных ошибок расчета. С этой целью была осуществлена оптимизация обучения нейросети и проверена ее эффективность. В дальнейшем проверенная нейросеть с оптимизационным обучением была использована для осуществления моделирования возможных событий и, в частности, влияния повышения минимальной заработной платы на состояние преступности в Республике Казахстан.

Основные результаты и выводы выполненных исследований:

1. Доказана принципиальная возможность использования компьютерного моделирования на основе нейросетей с целью оценки изменения состояния преступности при изменении социально-экономических параметров. Основой обучения нейронных сетей являются официальные статистические данные Республики Казахстан.

2. Подтверждена гипотеза увеличения степени точности расчета с использованием нейросети при осуществлении оптимизации ее обучения. Идея по осуществлению оптимизации обучения нейросети заключалась в том, что из стандартной совокупности значимых социально-экономических параметров выделяются те, которые наиболее существенно влияют на состояние преступности.

3. В процессе интерпретации результатов были выдвинуты научные гипотезы, требующие развернутого обоснования и осуществления дальнейших дополнительных исследований.

Их можно сформулировать следующим образом:

а) эффект от увеличения МЗП носит вероятностный характер, поскольку изменение социально-экономических факторов может носить спонтанный характер, менять другие социально значимые параметры. В этой связи следует провести дополнительные исследования с возможным изменением входных параметров;

б) уголовные правонарушения террористической и экстремистской направленности и особо тяжкие преступления во многом схожи как по проявлению, так и по тенденциям развития. Выявление и изучение подобного феномена является предметом отдельного исследования.

4. Существует определенный числовой диапазон, в котором происходит обучение нейронных сетей [28. С. 146]. Использование данных, вне рассматриваемого диапазона, может интерпретироваться нейросетью некорректно [29. С. 33]. В этой связи авторским коллективом не рассматривались ситуации, связанные с краткосрочным и среднесрочным прогнозом [30. С. 22], а анализировались гипотетически вероятностные ситуации в прошлом.

5. Применение ретроспективного моделирования позволило установить следующие закономерности:

а) повышение МЗП могло бы привести к снижению уровня преступности, в том числе правонарушений террористической и экстремистской направленности. Данное снижение произошло бы не сразу, а через определенный временной промежуток. Начиная с определенного значения МЗП, снижение преступности становится выражено менее ярко. С этой точки зрения существует оптимальное значение повышения МЗП;

б) повышение МЗП не имело бы существенного влияния на преступления особой тяжести. Повышение МЗП не оказывает влияния на динамику и среднестатистические значения преступлений особой тяжести. Возможно сглаживание пиковых значений проявления особо тяжких преступлений.

6. Использование разработанной технологии компьютерного моделирования на основе нейросети имеет широкое применение для получения недостающей дополнительной криминологически значимой информации в сфере профилактики и пресечения общеуголовной преступности, а также террористической и экстремистской деятельности в Республике Казахстан.

Список источников

1. Нургалиев Б.М., Лакбаев К.С., Ханов Т.А. Проблемы противодействия распространению проявлений терроризма и экстремизма в интернете // Вестник Академии правоохранительных органов при Генеральной прокуратуре Республики Казахстан. 2021. № 2. С. 56–61. doi: 10.52425/25187252_2021_20_56

2. Лакбаев К.С., Нургалиев Б.М., Ханов Т.А. Использование перспективного зарубежного опыта в противодействии экстремизму в интернете // Фылым-Наука. 2021. № 4. С. 14–18.

3. Волчецкая Т.С., Осипова Е.В., Авакьян М.В., Викторов А.А. Цифровые технологии в правоохранительной деятельности: графическое моделирование в раскрытии и расследовании преступлений экстремистской направленности // Вестник Томского государственного университета. 2021. № 471. С. 215–222. doi: 10.17223/15617793/471/25
4. Ханов Т.А., Нургалиев Б.М., Баширов А.В. Изучение личности террориста // Актуальные проблемы современности. 2021. № 2 (32). С. 38–42.
5. Единство народа и системные реформы – прочная основа процветания страны. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. URL: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazakhstan-183048> (дата обращения: 11.01.2021).
6. Баширов А.В., Ханов Т.А., Цицина А.С. О преимуществе использования моделирования на основе нейросети в социально-экономических исследованиях // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 82-2. С. 6–11. doi: 10.18411/trnio-02-2022-35
7. Баширов А.В., Нургалиев Б.М., Ханов Т.А., Лакбаев К.С., Уалиев К.С. Использование возможностей компьютерного моделирования на основе нейросети при обработке официальных статистических данных Республики Казахстан // Труды университета. 2022. № 2 (87). С. 325–332.
8. Гордеев А.Ю. Перспективы развития и использования искусственного интеллекта и нейросетей для противодействия преступности в России (на основе зарубежного опыта) // Научный портал МВД России. 2021. № 1 (53). С. 123–135.
9. Шарыпова Т.Н., Момотов А.С. Нейронные сети: использование в настоящем времени и перспективы развития в будущем // Аллея науки. 2019. Т. 3. № 1 (28). С. 955–958.
10. Фаустова К.И. Нейронные сети: применение сегодня и перспективы развития // Территория науки. 2017. № 4. С. 83–87.
11. Kostomarov K.V. Possibilities of using neural networks in the investigation of crimes // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2019. Vol. 12, № 11. P. 2023–2030. doi: 10.17516/1997-1370-0509
12. Бахтеев Д.В. О сущности и перспективах использования искусственных нейронных сетей в раскрытии и расследовании преступлений // Вопросы российской юстиции. 2016. № 3 (3). С. 4–6.
13. Козина Е. Нейронные сети и уголовное право. URL: https://zakon.ru/blog/2019/06/08/nejronnye_seti_i_ugolovnoe_prawo (дата обращения: 08.03.2021).
14. Капитонова Л.И., Ушакова А.А., Шална Н.А., Сторожева А.А. Применение нейронных сетей и их уязвимости // Достижения науки и образования. 2018. Т. 2, № 8 (30). С. 45–47.
15. Kaikhah K., Doddameti S. Discovering Trends in Large Datasets Using Neural Networks // Appl. Intell. 2006. № 24. P. 51–60. doi: 10.1007/s10489-006-6929-9
16. Frank R.J., Davey N., Hunt S.P. Time Series Prediction and Neural Networks // Journal of Intelligent and Robotic Systems. 2001. № 31. P. 91–103. doi: 10.1023/A:1012074215150.
17. Fallin M., Whooley O., Barker K.K. Criminalizing the brain: Neurocriminology and the production of strategic ignorance // BioSocieties. 2019. № 14. P. 438–462. doi: 10.1057/s41292-018-0135-y
18. Горохов М.М., Саетова Л.Г. Статистические методы анализа и обработки информации: нейронные сети // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2018. № 4 (35). С. 192–195.
19. Молотникова А.А., Звонкова Д.В. Интеллектуальная экспертная система для оценки уровня террористической угрозы // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2017. № 12 (91). С. 124–128.
20. Молотникова А.А., Звонкова Д.В. Очерк проблем терроризма и прогнозирование терактов с использованием искусственных нейронных сетей // Наука и образование

ние: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2018. № 3 (94). С. 121–131.

21. Mussiraliyeva S., Bolatbek Z., Omarov Z., Medetbek Z., Baispay G., Ospanov R. On detecting online radicalization and extremism using natural language processing // Proceedings – 2020. 21st International Arab Conference on Information Technology. ACIT 2020. Art. N 9300086. doi: 10.1109/ACIT50332.2020.9300086

22. Жукова А.Г. Возможности использования статистических моделей на основе нейронных сетей для оценки качества деятельности организаций сектора государственного управления // Технико-технологические проблемы сервиса. 2019. № 4 (50). С. 42–45.

23. Сорокин А.С., Бондарев В.Ю., Кротова Е.Л. Использование искусственных нейронных сетей для прогнозирования данных // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. 2016. Т. 1. С. 237–241.

24. Zhou B., Chen L., Zhou F. et al. Dynamic road crime risk prediction with urban open data // Front. Comput. Sci. 2022. № 16. Р. 161609. doi: 10.1007/s11704-021-0136-z

25. Статистика правонарушений. URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/67/statistic/8> (дата обращения: 4.05.2021).

26. Пономарева К.А. Применение искусственных нейронных сетей при решении задач прогнозирования // Наука без границ. 2020. № 1 (41). С. 42–47.

27. Kounadi O., Ristea A., Araujo A. et al. A systematic review on spatial crime forecasting // Crime Sci. 2020. № 9. Р. 7. doi: 10.1186/s40163-020-00116-7

28. Стоянов А.К. Применение рекуррентной нейронной сети для решения задачи кластеризации // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 315, № 5. С. 144–149.

29. Голосковов К.П. Прогнозирование технического состояния электронной техники нейронными сетями на основе машины опорных векторов // Прикладная информатика. 2009. № 1 (19). С. 30–37.

30. Гребенкин И.О., Магницкий Н.А., Чернявский А.Ю. Новая концепция нейросети для распознавания и классификации пиксельных образов // Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. № 1. С. 18–22.

References

1. Nurgaliev, B.M., Lakbaev, K.S. & Khanov, T.A. (2021) Problems of countering the spread of terrorism and extremism on the Internet. *Vestnik Akademii pravookhranitel'nykh organov pri General'noy prokurature Respubliki Kazakhstan – The Bulletin of the Academy of Law Enforcement Agencies.* 2(20). pp. 56–61. (In Russian). DOI: 10.52425/25187252_2021_20_56
2. Lakbaev, K.S., Nurgaliev, B.M. & Khanov, T.A. (2021) Ispol'zovanie perspektivnogo zarubezhnogo opyta v protivodeystvii ekstremizmu v internete [Perspective foreign experience in countering extremism on the Internet]. *Fylym-Nauka.* 4. pp. 14–18.
3. Volchetskaya, T.S., Osipova, E.V., Avakyan, M.V. & Viktorov, A.A. (2021) Synergy of digital technologies and graphic modeling in forensic counteraction to the spread of extremism and terrorism ideology among the youth. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal.* 471. pp. 215–222. (In Russian). DOI: 10.17223/15617793/471/25
4. Khanov, T.A., Nurgaliev, B.M. & Bashirov, A.V. (2021) Izuchenie lichnosti terrorista [The study of the personality of a terrorist]. *Aktual'nye problemy sovremennosti.* 2(32). pp. 38–42.
5. Tokayev, K.-J. (n.d.) *Edinstvo naroda i sistemnye reformy – prochnaya osnova protsveraniya strany. Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazakhstana* [The unity of the people and systemic reforms are a solid foundation for the country's prosperity. Message of the Head of State Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan]. [Online] Available from: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-183048> (Accessed: 11th January 2021).

6. Bashirov, A.V., Khanov, T.A. & Tsitsina, A.S. (2022) O preimushchestve ispol'zovaniya modelirovaniya na osnove neyroseti v sotsial'no-ekonomicheskikh issledovaniyakh [On the advantage of using neural network-based modeling in socio-economic research]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 82-2. pp. 6–11. doi: 10.18411/trnio-02-2022-35
7. Bashirov, A.V., Nurgaliev, B.M., Khanov, T.A., Lakbaev, K.S. & Ualiev, K.S. (2022) Ispol'zovanie vozmozhnostey komp'yuternogo modelirovaniya na osnove neyroseti pri obrabotke ofitsial'nykh statisticheskikh dannykh Respubliki Kazakhstan [Using the possibilities of computer modeling based on a neural network in the processing of official statistical data of the Republic of Kazakhstan]. *Trudy universiteta*. 2(87). pp. 325–332.
8. Gordeev, A.Yu. (2021) Perspektivnye razvitiya i ispol'zovaniya iskusstvennogo intellekta i neyrosetey dlya protivodeystviya prestupnosti v Rossii (na osnove zarubezhnogo opyta) [Prospects for the development and use of artificial intelligence and neural networks to combat crime in Russia (based on foreign experience)]. *Nauchnyy portal MVD Rossii*. 1(53). pp. 123–135.
9. Sharypova, T.N. & Momotov, A.S. (2019) Neyronnye seti: ispol'zovanie v nastoyashchem vremeni i perspektivnye razvitiya v budushchem [Neural networks: use in the present tense and prospects for development in the future]. *Alleya nauki*. 1(3-28). pp. 955–958.
10. Faustova, K.I. (2017) Neyronnye seti: primenenie segodnya i perspektivnye razvitiya [Neural networks: application today and development prospects]. *Territoriya nauki*. 4. pp. 83–87.
11. Kostomarov, K.V. (2019) Possibilities of using neural networks in the investigation of crimes. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. 12(11). pp. 2023–2030. DOI: 10.17516/1997-1370-0509
12. Bakhteev, D.V. (2016) O sushchnosti i perspektivakh ispol'zovaniya iskusstvennykh neyronnykh setey v raskrytii i rassledovanii prestupleniy [On the essence and prospects of using artificial neural networks in the detection and investigation of crimes]. *Voprosy rosiyskoy yustitsii*. 3(3). pp. 4–6.
13. Kozina, E. (2019) *Neyronnye seti i ugolovnoe pravo* [Neural networks and criminal law]. [Online] Available from: https://zakon.ru/blog/2019/06/08/nejronnye_seti_i_ugolovnoe_pravo (Accessed: 8th March 2021).
14. Kapitonova, L.I., Ushakova, A.A., Shalna, N.A. & Storozheva, A.A. (2018) Primenenie neyronnykh setey i ikh uyazvimosti [Application of neural networks and their vulnerability]. *Dostizheniya nauki i obrazovaniya*. 2(8-30). pp. 45–47.
15. Kaikhah, K. & Doddameti, S. (2006) Discovering Trends in Large Datasets Using Neural Network. *Applied Intelligence*. 24. pp. 51–60. DOI: 10.1007/s10489-006-6929-9
16. Frank, R.J., Davey, N. & Hunt, S.P. (2001) Time Series Prediction and Neural Networks. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*. 31. pp. 91–103. DOI: 10.1023/A:101207421510.
17. Fallin, M., Whooley, O. & Barker, K.K. (2019) Criminalizing the brain: Neurocriminology and the production of strategic ignorance. *BioSocieties*. 14. pp. 438–462. DOI: 10.1057/s41292-018-0135-y
18. Gorokhov, M.M. & Saetova, L.G. (2018) Statisticheskie metody analiza i obrabotki informatsii: neyronnye seti [Statistical methods of analysis and processing of information: neural networks]. *Sotsial'no-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika*. 4(35). pp. 192–195.
19. Molotnikova, A.A. & Zvonkova, D.V. (2017) Intellektual'naya ekspertnaya sistema dlya otsenki urovnya terroristiceskoy ugrozy [Intelligent expert system for assessing the level of a terrorist threat]. *Nauka i obrazovanie: khozyaystvo i ekonomika; predprinimatel'stvo; pravo i upravlenie*. 12(91). pp. 124–128.
20. Molotnikova, A.A. & Zvonkova, D.V. (3) Ocherk problem terrorizma i prognozirovaniye teraktov s ispol'zovaniem iskusstvennykh neyronnykh setey [On the problems of terrorism and forecasting terrorist attacks using artificial neural networks]. *Nauka i obrazovanie: khozyaystvo i ekonomika; predprinimatel'stvo; pravo i upravlenie*. 3(94). pp. 121–131.

21. Mussiraliyeva, S., Bolatbek, Z., Omarov, Z., Medetbek, Z., Baispay, G. & Ospanov, R. (2020) On detecting online radicalization and extremism using natural language processing. *Proceedings – 2020. 21st International Arab Conference on Information Technology*. ACIT 2020. Art. N 9300086. DOI: 10.1109/ACIT50332.2020.9300086
22. Zhukova, A.G. (2019) Vozmozhnosti ispol'zovaniya statisticheskikh modeley na osnove neyronnykh setey dlya otsenki kachestva deyatel'nosti organizatsiy sektora gosudarstvennogo upravleniya [Possibilities of using statistical models based on neural networks to assess the quality of activities of organizations in the public administration sector]. *Tekhnicheskoe i tekhnologicheskoe podelenie servisa*. 4(50). pp. 42–45.
23. Sorokin, A.S., Bondarev, V.Yu. & Krotova, E.L. (2016) Ispol'zovanie iskusstvennykh neyronnykh setey dlya prognozirovaniya dannykh [Use of artificial neural networks for data forecasting]. *Innovatsionnye tekhnologii: teoriya, in-sstrumenty, praktika*. 1. pp. 237–241.
24. Zhou, B., Chen, L., Zhou, F. et al. (2022) Dynamic road crime risk prediction with urban open data. *Frontiers of Computer Science*. 16. R. 161609. DOI: 10.1007/s11704-021-0136-z
25. Kazakhstan. (n.d.) *Statistika pravonarusheniy* [Statistics of Offenses]. [Online] Available from: <https://stat.gov.kz/official/industry/67/statistic/8> (Accessed: 4th May 2021).
26. Ponomareva, K.A. (2020) Primenenie iskusstvennykh neyronnykh setey pri reshenii zadach prognozirovaniya [The use of artificial neural networks in solving forecasting problems]. *Nauka bez granits*. 1(41). pp. 42–47.
27. Kounadi, O., Ristea, A., Araujo, A. et al. (2020) A systematic review on spatial crime forecasting. *Crime Science*. 9. p. 7. DOI: 10.1186/s40163-020-00116-7
28. Stoyanov, A.K. (2009) Primenenie rekurrentnoy neyronnoy seti dlya resheniya zadachi klasterizatsii [Application of a recurrent neural network for solving the clustering problem]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 315(5). pp. 144–149.
29. Goloskokov, K.P. (2009) Prognozirovaniye tekhnicheskogo sostoyaniya elektronnoy tekhniki neyronnymi setyami na osnove mashiny opornykh vektorov [Forecasting the technical state of electronic equipment by neural networks based on the support vector machine]. *Prikladnaya informatika*. 1(19). pp. 30–37.
30. Grebenkin, I.O., Magnitskiy, N.A. & Chernyavskiy, A.Yu. (2009) Novaya kontsepsiya neyroseti dlya raspoznavaniya i klassifikatsii piksel'nykh obrazov [A new concept of a neural network for recognition and classification of pixel images]. *Informatiionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy*. 1. pp. 18–22.

Информация об авторах:

Баширов А.В. – кандидат технических наук, руководитель лаборатории Научно-исследовательского института экономических и правовых исследований Карагандинского университета Казпотребсоюза (Караганда, Республика Казахстан). E-mail: bashirov_av@mail.ru

Волчецкая Т.С. – доктор юридических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующая кафедрой уголовного процесса, криминалистики и право-вой информатики Балтийского федерального университета им. И. Канта (Калининград, Россия). E-mail: larty777@gmail.com

Нургалиев Б.М. – доктор юридических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института экономических и правовых исследований Карагандинского университета Казпотребсоюза (Караганда, Республика Казахстан). E-mail: nbake@mail.ru

Ханов Т.А. – доктор юридических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института экономических и правовых исследований Карагандинского университета Казпотребсоюза (Караганда, Республика Казахстан). E-mail: thanov@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Bashirov A.V., Research Institute of economic and legal research, Karaganda university of Kazpotrebsoyuz (Karaganda, Republic of Kazakhstan). E-mail: bashirov_av@mail.ru

Volchetskaya T.S., Baltic Federal University named after I. Kant (Kaliningrad, Russian Federation). E-mail: larty777@gmail.com

Nurgaliyev B.M., Research Institute of economic and legal research, Karaganda university of Kazpotrebsoyuz (Karaganda, Republic of Kazakhstan). E-mail: nbake@mail.ru

Khanov T.A., Research Institute of economic and legal research, Karaganda university of Kazpotrebsoyuz (Karaganda, Republic of Kazakhstan). E-mail: thanov@mail.ru

The authors declare no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию 02.09.2021;
одобрена после рецензирования 16.02.2022; принята к публикации 10.10.2022.*

*The article was submitted 02.09.2021;
approved after reviewing 16.02.2022; accepted for publication 10.10.2022.*