

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының Ғылым Академиясы
Қазақ ұлттық университетінің
әл-Фараби атындағы

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

SERIES
PHYSICO-MATHEMATICAL

6 (340)

NOVEMBER – DECEMBER 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series physico-mathematical journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Физикалық-математикалық сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия физико-математическая» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Бас редактор:

МҰТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан) Н=5

Редакция алқасы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы (бас редактордың орынбасары), техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сағпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша) Н=23

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н-10

QUEVEDO Hemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика) Н=28

ЖҮСПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина) Н=5

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) Н=26

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=5

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) Н=42

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=12

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н=26

«ҚР ҰҒА Хабарлары.

Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *математика, информатика, механика, физика, ғарыштық зерттеулер, астрономия, ионосфера.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

МУТАНОВ Галимкаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан) Н=5

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, (заместитель главного редактора), доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, университет Сатпаева (Алматы, Казахстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша) Н=23

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=10

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика) Н=28

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина) Н=5

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=26

ТАКИБАЕВ Нургали Жабагаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=5

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова) Н=42

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан) Н=10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=12

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н=26

«Известия НАН РК.

Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № 16906-Ж выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *математика, информатика, механика, физика, космические исследования, астрономия, ионосфера.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan) H=5

Editorial board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich (Deputy Editor-in-Chief), doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan) H=7

BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich, (Deputy Editor-in-Chief), doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan) H=3

WOICIK Waldemar, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland) H=23

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico) H=28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine) H=5

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS of Belarus (Minsk, Belarus) H=2

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=26

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=5

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova) H=42

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan) H=10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=12

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H=26

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. 16906-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *mathematics, computer science, mechanics, physics, space research, astronomy, ionosphere.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/> National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 340 (2021), 92–102

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.106>

УДК 004.822

Шопагулов О.А.^{1*}, Корячко В.П.²

¹Казахский Агротехнический Университет имени С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан;

²Рязанский Государственный Радиотехнический Университет имени В.Ф. Уткина, Рязань, Россия.

E-mail: shopagulov@gmail.com

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В БАЗАХ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В этой статье описывается экспертная система, разработанная для диагностики болезней коров и помощи ветеринарам в лечении. Система представляет собой веб-интерфейс для ведения базы данных болезней, их симптомов и методов лечения, а также приложение для смартфонов для диагностики в автономном режиме. Разработанная интеллектуальная система позволит сельхозпроизводителям принимать конкретные решения на основе автоматизированного анализа данных. Диагностика и ранжирование возможных заболеваний осуществляется путем сложения и сортировки результатов весовых коэффициентов наблюдаемых симптомов и симптомокомплексов. Предлагается диагностический метод, основанный на анализе наблюдаемых симптомов и опыте ветеринаров. Система представляет собой веб-интерфейс для ведения базы данных болезней, их симптомов и методов лечения, а также приложение для смартфона для диагностики в автономном режиме. Разработанная экспертная система позволит сельхозпроизводителям принимать конкретные решения на основе автоматизированного анализа данных. Также в статье представлена информация о методах разработки базы данных и о её источниках информации. Экономическая эффективность и важность работы определяется возможностью автоматизированного учета данных о поголовье животных, зоотехнических и ветеринарных операциях. Экспертная система для решения задач ветеринарии предоставляет возможность поддерживать данные о заболеваемости крупного рогатого скота в актуальном состоянии, осуществлять оперативный и комплексный анализ состояния животных, проводить диагностические и профилактические операции, формировать стандартную отчетность по результатам анализа данных наблюдений и визуализацию результатов, полученных данных. Применяемые в работе методы, основанные на использовании продукционных моделей представления знаний с использованием аппарата теории нечеткого композиционного вывода и представление базы данных в виде одномерных таблиц, соответствуют современному уровню вычислительных технологий по качеству и эффективности реализации.

Ключевые слова: базы данных, базы знаний, экспертные системы, ветеринария, диагностика болезней.

Введение. Формализация – этап, при котором определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями [1].

Библиотека экспертной системы для решения задач ветеринарии состоит из 3-х основных баз данных. Динамическая база данных - это временная база данных. Это стек операций системы, используемый для хранения фактов, предоставленных пользователем, правил работы системы, промежуточных решений, производимых системой, и аргументов процесса прерывания работы системы. Мультимедийная база данных - это база данных вспомогательной диагностической информации, добавляемая к экспертной системе для адаптации к быстрому развитию и применению информации и технологий. Она представляет собой изображения, звуки и анимацию, связанную с диагностикой и лечением болезней молочных коров. База фактов - это база данных, в которой хранятся оценка исходных данных и симптоматика, связанная с болезнями молочных коров.

Материалы и методы исследования. При разработке ЭС использовались продукционные модели представления знаний, обладающие многими свойствами, необходимыми для представления знаний. Модель состоит из продукционных правил, рабочей памяти и цикла «условие-действие». Согласно текущей базе данных, если условие правила истинно, выполняется действие, связанное с правилом.

Математический аппарат и аппарат теории нечеткого композиционного вывода использовались при построении теории нечетких множеств и нечеткой логики. Математическая теория нечетких множеств и нечеткая логика являются обобщениями классической теории множеств и классической формальной логики.

Статистические же методы использовались как системы обработки статистической экспертной информации в общей теории автоматизированных систем.

Системный, аналитический и логический анализы использовались при обработке экспертных слабоструктурированных данных.

Метод сравнения получил применение при сопоставлении имеющихся интеллектуальных систем в области ветеринарии и в обработке полученных экспериментальных данных.

Результаты. В системе принят метод построения базы фактов как части базы знаний. Из-за специфики знаний о диагностике болезней молочных коров, связываются факты в базе фактов и интерфейс работы с пользователем. Предоставляемые пользователем вопросы и ответы, соответственно, имеют точно совпадающие правила в базе правил. База знаний и все базы данных в системе полностью независимы от других модулей системы.

Процесс приобретения знаний делится на три этапа: на первом этапе проводят предварительное получение и сортировку исходных знаний; на втором этапе специалисты по дисциплинам ветеринарии обрабатывают исходные знания и выполняют анализ знаний. На третьем этапе группа экспертов по оценке анализируют знания и формируют данные для создания базы знаний.

В результате сбора данных для составления базы знаний посредством анкетирования специалистов-ветеринаров и анализа справочных данных в области ветеринарии была получена информация по заразной и незаразной этимологии крупного рогатого скота (рисунок 1).

База данных по инфекционным болезням КРС																								
№ п/п	Общие данные																							
	Наименование болезни	Пол		Возраст											Температура		Угнетение		Кожный покров		Опорно- двигательная система		Пищеварительная система	
		м	ж	01-10 дней	11-20 дней	21-30 дней	2-3 мес	4-6 мес	6-12 мес	2 года	3 года	4 года	5 лет	>5 лет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет
1	Сибирская язва	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	
2	Ящур	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
3	Туберкулез	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
4	Бруцеллез	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
5	Бешенство	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-
6	Пастереллез	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-
7	Трихофития	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+
8	Лейкоз	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-
9	Инфекционный ринотрахеит	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+
10	Вирусная диарея	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+

Рисунок 1. База данных по инфекционным болезням КРС

Объектно-ориентированный анализ – это методология, при которой требования к системе воспринимаются с точки зрения классов и объектов, выявленных в предметной области [2].

Его основной принцип состоит в том, чтобы абстрагироваться от определенного типа объекта и извлекать его общие характеристики, чтобы сформировать класс этого типа объекта. В соответствии с данным диссертационным исследованием конкретные примеры таковы:

Болезнь = «сибирская язва»;

Количество фенотипов = 3;

Фенотип = {наиболее острая форма сибирской язвы; острая форма сибирской язвы; подострая форма сибирской язвы};

Название фенотипа {острая форма сибирской язвы};

Общие сведения «Общие сведения об острой сибирской язве»;

{

Возраст начала заболевания = «все телята и взрослые особи родились»;

Сезон наступления = «по большей части летом и осенью»;

Способ кормления = «выпас»;
 Пастбищная среда = «влажные низинные земли»;
 }
 Симптомы = «острые симптомы сибирской язвы»
 {
 Температура тела = «повышена»;
 Агрессивное поведение;
 Учащенное дыхание;
 Аппетит = «уменьшен или его нет»;
 }

С помощью этого объектно-ориентированного анализа болезни мы можем продемонстрировать процесс диагностики болезней молочных коров. Сначала получаем общую информацию и характеристику симптомов определенной особи, а затем используем информацию о подходящих болезнях или фенотипов в базе знаний.

Коровы разного возраста страдают от разных типов заболеваний и проявлений болезней. Разделение знаний на разные структурные уровни в зависимости от возраста помогает сузить пространство поиска в процессе диагностики заболеваний и повысить эффективность работы системы.

Важная проблема, возникающая при разработке экспертной системы диагностики болезней животных, заключается в проблематике взаимодействия с пользователем. При нормальных обстоятельствах существует два аспекта получения информации для диагностики болезней животных. Первый - это общая информация о животных, а другой – симптомы болезни. Первый аспект информации относительно невелик, и его можно дополнить, просто выполнив несколько запросов в системе. Второй аспект заключается в том, что он в любом случае не может проявляться в форме определенных вопросов, потому что в общем процессе диагностики болезни количество симптомов очень велико. С учетом вышеупомянутых проблем приведено всестороннее исследование и анализ симптомов болезней молочных коров - классификация всех симптомов, таким образом, чтобы сформировать иерархическую взаимосвязь между симптомами. Классификация симптомов представлена на рисунке 2.

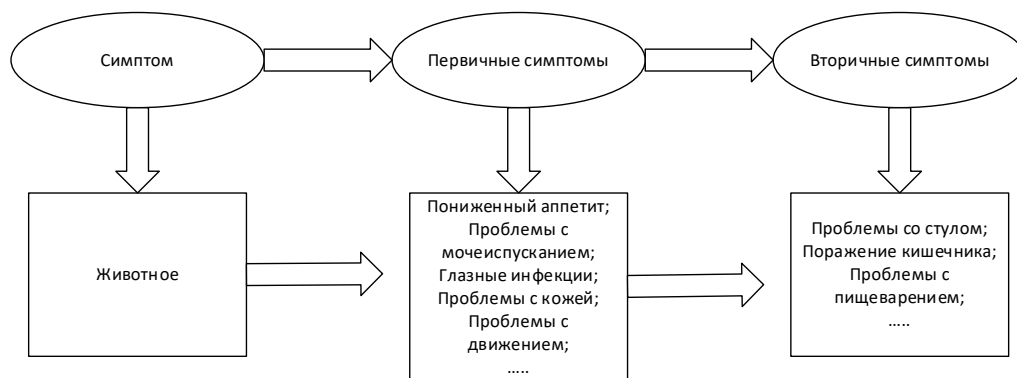


Рисунок 2. Классификация знаний по симптомам

Симптомы имеют определенную упорядоченность, так что, когда система общается с пользователями, способ коммуникации является относительно простым и соответствует характеристикам диагностики болезни. Конкретный процесс коммуникации выглядит следующим образом: в соответствии с общей информацией, введенной пользователем, система делает вывод о возрасте коровы, затем система показывает симптомы первого уровня, а затем отображает симптомы второго уровня. Этот метод коммуникации имеет некоторые преимущества. После классификации симптомов масштаб проблемы значительно сокращается, особенно для систем с множеством симптомов и огромной базой знаний, это является очень важным практическим значением, поскольку ускоряет работу системы и делает процесс работы пользователя упрощенным.

Библиотека фактов включает содержимое двух составляющих: библиотеки симптомов и библиотеки диагноза (болезни). Что касается базы данных фактов, согласно классификации симптомов, она состоит из двух баз данных, одна из которых является базой данных симптомов первого уровня; другая - базой данных симптомов второго уровня (Рисунок 3).

Коды симптома	Сибирская язва	Ящур	Туберкулез	Браucheлла	Бешенство	Гистереллез	Три кофия	Лейка	Инфекционный ринит	Вирусный диарей	Колумбоз	Крупный дерматит	Энтеральный дерматит	Энтеральный дерматит	Сальмонеллез	Колембоз	Ротавирус	Коронавирус
	Сумма:	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
F01	1%	1%	-	-	1%	2%	-	-	10%	1%	5%	1%	1%	1%	-	-	-	-
F02	1%	1%	-	-	1%	2%	-	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-
F03	-	8%	-	-	8%	2%	-	-	10%	-	-	-	-	8%	10%	-	-	
F04	-	8%	-	-	6%	-	-	-	10%	-	-	-	-	-	-	12%	-	
F05	8%	-	-	-	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	
F06	-	8%	-	-	6%	-	-	-	10%	5%	-	-	-	-	-	-	-	
F07	-	8%	-	-	-	-	-	-	8%	-	-	-	-	-	-	8%	-	

Рисунок 3. Структура библиотеки фактов.

При проектировании структуры библиотеки, поскольку составляющие имеют определенную взаимосвязь, реляционная база выполняет функции управления. Чтобы упростить управление и обслуживание библиотеки, мы единообразно пронумеровали все симптомы первого и второго уровня и заменили исходный текст определенными обозначениями. Такой дизайн также ведет за собой увеличение объема буферного пространства, необходимого для работы системы. К примеру: поражение кожи (S01), взерошенность шерсти (S02), дерматиты (S03), узелковая сыпь, бугорки (S04), папулы (S05), везикулы (S06), пустулы (S07), струпья (S08), чешуйчатость (S09), расчесы (S10), темно-красные пятна на коже (S11) и т. д [66].

Так как система содержит знания экспертов - ветеринаров, обновление (актуализация) информации и их представление являются важнейшим этапом при построении программного продукта. Главная цель – это решение поставленных задач по выявлению, определению болезни и методов ее лечения.

Эксперты присвоили каждому симптому весовой коэффициент (w) на основе своего собственного опыта. Также было введено понятие «симптомокомплекс», отражающий определенную группу симптомов, объединённых в один аргумент значения, которому также присваивается весовое значение (w). Симптомы заболеваний сгруппированы по поражаемым органам и системам, и каждому симптому присвоен код для удобства работы (Рисунок 4) [3].

Коды симптома	Сибирская язва	Ящур	Туберкулез	Браucheлла	Бешенство	Гистереллез	Три кофия	Лейка	Инфекционный ринит	Вирусный диарей	Колумбоз	Крупный дерматит	Энтеральный дерматит	Энтеральный дерматит	Сальмонеллез	Колембоз	Ротавирус	Коронавирус
	Сумма:	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
F01	1%	1%	-	-	1%	2%	-	-	10%	1%	5%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
F02	1%	1%	-	-	1%	2%	-	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-
F03	-	8%	-	-	8%	2%	-	-	10%	-	-	-	-	-	8%	10%	-	
F04	-	8%	-	-	6%	-	-	-	10%	-	-	-	-	-	-	12%	-	
F05	8%	-	-	-	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	
F06	-	8%	-	-	6%	-	-	-	10%	5%	-	-	-	-	-	-	-	
F07	-	8%	-	-	-	-	-	-	8%	-	-	-	-	-	-	-	8%	
F08	-	8%	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	
F09	8%	1%	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F10	1%	1%	-	-	1%	1%	1%	-	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	
F11	4%	-	-	-	-	1%	-	-	10%	-	-	-	-	5%	-	-	-	
F12	4%	-	-	-	-	-	1%	-	10%	-	-	-	8%	6%	12%	12%	-	
F13	1%	-	-	-	1%	1%	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F14	8%	-	-	-	-	2%	-	-	10%	-	-	-	8%	6%	12%	12%	-	

Рисунок 4. Значения симптомов и весовых коэффициентов

Знания, хранящиеся в базе правил, представляют собой экспертные знания для диагностики заболеваний, которые выражаются в формате продукционных правил «ЕСЛИ..., ТО...».

Меры профилактики и лечения для каждого заболевания (или фенотипа) существуют в виде записей в базе данных, так что, когда система диагностирует заболевание, возможен запрос записи с названием болезни в качестве первичного ключа в базе данных (Рисунок 5). Помимо предоставления мер по профилактике и лечению заболеваний в базе данных о мерах профилактики и лечения, пользователям предоставляется информация об описании болезни, симптомах, диагностике и другую связанную с этим информацию. В процессе диагностики и лечения также предоставляются определенные функции консультации и обучения.

OID	Title	DateDocument	Description	OptimisticLoc...	GCRecord
1	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации пастереллеза животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
2	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации туберкулеза животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
3	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации везикулярного стоматита туберкулеза животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
4	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации риккетсиозов животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
5	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации бешенства животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
6	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации сальмонеллеза животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
7	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации бруцеллеза животных	2019-11-29 00:0...	NULL	7	NULL
8	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации трихофитии животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
9	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации колибактериоза животных	2019-11-29 00:0...	NULL	3	NULL
10	Алгоритм действий при профилактике и ликвидации ящура животных	2019-11-29 00:0...	NULL	9	NULL

Рисунок 5. Структура библиотеки мер профилактики и контроля

Изображения могут до определенной степени заменять реальные объекты. Поэтому использование изображений для описания симптомов облегчает пользователям понимание симптомов. С помощью изображений, пользователи могут распознать симптомы, показанные на изображениях, или, то, как они описаны в других средствах информации (Рисунок 6).

Oid	MediaData	MediaDataKey	OptimisticLoc...	GCRecord
749-01965dddff2e	<Binary data>	274f7e343f1d447eace2b0242b27cb75	1	NULL
004f3abe-fb1f-44ea-955b-029f6ffc6ae7	<Binary data>	6d0c5de03b634d9b926243bfbcb7256f9	1	NULL
1213a7d7-21e4-4c23-9fd9-02df75c107b6	<Binary data>	01a3a0e9298d4c7bb0d93646c3974528	1	NULL
20097f3e-4c83-40ea-91df-04519aca56ca	<Binary data>	5cc26eb0a6ce49cbb3dd0a0090835605	1	NULL
574a14a8-439d-45bc-bd10-045904a80873	<Binary data>	fdd19f12f69143f0a1268561fc31761f	1	NULL
1f2a444d-44c1-4a11-9ace-060af3bcc801	<Binary data>	e00575a991a14f9e9807922afb03a36f	1	NULL
795a39b0-b5d9-45fd-90e0-0707a81c7217	<Binary data>	427832d9b1c241f6951a975a4eaf4a20	1	NULL
328528c3-6fbb-40f1-903f-096094059b41	<Binary data>	cebca1e2ea184f65aba285d3eba921d5	1	NULL

Рисунок 6. Структура библиотеки изображений

В процессе работы системы нам необходимо отслеживать действия, вводимые пользователями, процессы выводов системы и правила, используемые системой. Динамическая база данных представляет собой динамически генерируемую и удаляемую библиотеку диагностики болезни крупного рогатого скота.

Так как система содержит знания экспертов - ветеринаров, обновление (актуализация) информации и их представление являются важнейшим этапом при построении продукта. Главная цель – это решение поставленных задач по выявлению, определению болезни и методов ее лечения.

Эксперты присвоили каждому симптому весовой коэффициент (w) на основе своего собственного опыта. Также было введено понятие «симптомокомплекс», отражающий определенную группу симптомов, объединённых в один аргумент значения, которому также присваивается весовое значение (w). Симптомы заболеваний сгруппированы по поражаемым органам и системам, и каждому симптому присвоен код для удобства работы.

Для определения наиболее вероятных заболеваний система рассчитывает суммы весовых значений для наблюдаемых симптомокомплексов и отдельно взятых симптомов, после чего расчетные значения и соответствующие им заболевания ранжируются (сортируются) в порядке убывания [66].

В соответствии с методикой расчета весовых коэффициентов, необходимо анализировать данный случай на конкретном примере. Заболевание «вирусная диарея», с определенным количеством симптомов и симптомокомплексов. В соответствии с базой знаний и анкетой, полученной от экспертов ветеринаров, при вирусной диарее проявляются следующие симптомы:

S01 (Повышенная температура) $w(H, e)=0.01$;

M01 (Поражение конечностей) $w(H, e)=0.01$;

M04 (Хромота) $w(H, e)=0.01$;

F01 (Отсутствие аппетита) $w(H, e)=0.1$;

F03 (Слюнотечение) $w(H, e)=0.1$;

F04 (Стоматит) $w(H, e)=0.1$;

F06 (Поражение ротовой полости) $w(H, e)=0.1$;

F07 (Афты, язвы в ротовой полости) $w(H, e)=0.08$;

F10 (Атония желудка) $w(H, e)=0.1$;

F11 (Болезненность брюшной стенки) $w(H, e)=0.1$;
 F14 (Фекалии с примесью крови, слизи, пузырьков газа) $w(H, e)=0.1$;
 N01 (Поражение ЦНС) $w(H, e)=0.06$;
 N03 (Угнетение) $w(H, e)=0.01$;
 N08 (Атаксия) $w(H, e)=0.01$,

где C01 – код симптома, $w(H, e)$ - весовое значение симптома e для заболевания H .

Таким образом, можно рассчитать сумму весовых коэффициентов симптомов по заболеванию. Простая сумма весовых коэффициентов симптомов по заболеванию рассчитывается по формуле:

$$w(H, e_k) = \sum_{e_1}^{e_n} w(H, e_n), \quad (1)$$

где H – заболевание, e_k наблюдаемое множество симптомов, $w(H, e)$ – весовое значение симптома e для заболевания H .

Для рассмотренного выше примера с заболеванием «вирусная диарея» значения аргументов будут равны:

При $e_k=14$:

$w(H, e_k) = w(C01) + w(M01) + w(M04) + w(F01) + w(F03) + w(F04) + w(F06) + w(F07) + w(F10) + w(F011) + w(F014) + w(N01) + w(N03) + w(N08) = 1$.

В связи с тем, что для заболевания H может быть определено несколько симптомокомплексов e с различными весами w , в расчёт берётся симптомокомплекс с наибольшим весовым коэффициентом, каждый из симптомов которого входит в наблюдаемое множество симптомов, т.е.:

где, $k_{max} \in k(H)$, $e(k) \in e_k$, и $w(H, k)$ – максимален, (2)

то есть, $w(H, k) \geq w(H, k_j)$ для $\forall k_j \in k(H)$,

где: $K(H)$ – множество симптомокомплексов заболевания H ;

$e(k)$ – множество симптомов симптомокомплекса k ;

$w(H, k)$ – весовой коэффициент симптомокомплекса k , для заболевания H .

То есть для вирусной диареи симптомокомплекс с наибольшим весовым коэффициентом является k_{max} , включающий в себя симптомы F01, F03, F04, F06, F07, то есть $e(k_{max})=5$.

В сумме для заболевания «вирусная диарея» симптомокомплекс k_{max} будет давать $w(H, k_{max})=0.65$, в соответствии с предоставленной базой знаний экспертов-ветеринаров.

Учитывая выше сказанное количество симптомов, не входящих в симптомокомплекс, будет вычисляться как разница $e_x = e_k - e(k_{max})$, то есть для вирусной диареи $e_x=9$. Таким образом, легко посчитать $w(H, e_x)=0.52$.

Итоговая сумма весов R для наблюдаемых симптомов e_k и симптомокомплексов $e(k_{max})$ для заболевания H рассчитывается по формуле:

$$w_r(H, e) = w(H, k_{max}) + w(H, e_k) \quad (3)$$

Для вирусной диареи итоговая сумма весов R для наблюдаемой группы симптомов $e(F11, F14)$ и симптомокомплексов $e(k_{max})$, при одновременном исполнении всех сразу, будет являться $w_r(H, e) = 0.85$.

После расчёта итоговых сумм полученные данные сортируются в порядке убывания.

Таким образом, введение весового коэффициента является неотъемлемой частью разработки экспертной системы и упрощает процессы постановки диагноза и работы системы в целом.

Но эффективная диагностика болезней КРС требует стратегии обоснования базы знаний. Из-за неотъемлемой сложности признаков, связанных с заболеванием коров, большая часть информации, относящейся к клиническим признакам, является неточной. Следовательно, механизм представления знаний и рассуждений в экспертной системе диагностики заболеваний коров должен отражать эту неопределенность.

В настоящем исследовании была построена модель вывода неопределенности, основанная на улучшенном обосновании достоверностей, в которой использовался набор нечетких функций и правил принадлежности [67,68,69].

В результате опроса экспертов в области ветеринарии собираются особо важные симптомы для болезни (H) с весовыми коэффициентами каждого симптома w_i .

В нормальных условиях w_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) удовлетворяет следующему алгоритму:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad (4)$$

Модель представления знаний для диагностики болезни H с использованием симптомов представлена как:

$$IF e_1(\omega_1) AND e_2(\omega_2) AND \dots AND e_n(\omega_n) THEN H (CF(H), Min), \quad (5)$$

где $e_1, e_2, e_3, \dots, e_n$ - симптомы, связанные с заболеванием, w_i - вес каждого симптома, который можно использовать для диагностики заболевания; H - болезнь; $CF(H)$ - фактор уверенности болезни; Min - приемлемый минимум уверенности. Таким образом, алгоритм определения неопределенности:

$$CF(E) = \sum_{i=1}^n (CF(e_i) \times \omega_i); \quad (6)$$

$$CF(H, E) = CF(E) \times CF(H). \quad (7)$$

Для w_i и CF их начальное значение присваивается экспертами в предметной области при построении модели базы данных. Поэтому числовые значения остаются неизменными в процессе рассуждений. Чтобы избежать этой ошибки, был применен «метод поддержки правил», его методология подробно описана ниже.

Согласно «методу поддержки правил», предложенного С. Колхе [70], механизм рассуждений применяется к механизму вывода, и формула расчета для поддерживаемого фактора уверенности (PCF) следующая:

1. Правила $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ активны для заболевания (H), и их использовали для успешной диагностики рассматриваемого заболевания. Частота (f_i) увеличивается на единицу для каждого последующего сеанса диагностики. Уравнение для расчета веса правила w_R было получено с использованием уравнения (8):

$$\omega_R = 1 / \sum_{i=1}^n f_i \quad (8)$$

2. Фактор поддержки правила (PF) рассчитывается по формуле (9):

$$PF(R_i) = f_i \times \omega_R, \text{ для } i = 1 - n, PF(R_i) < 1 \quad (9)$$

3. Формула, используемая для расчета поддерживаемого фактора уверенности определенного правила (PCF), представлена в формуле (10):

$$PCF(R_i) = CF(R_i) + PF(R_i) - CF(R_i) \times PF(R_i), \quad (10)$$

для $i = 1 - n, PCF(R_i) \in [0,1]$.

$PCF(R_i)$ рассчитывается с использованием приведенных выше формул, а затем применяется в традиционной модели обоснования достоверности доказательств. Расчет фактора уверенности для E выполняется с использованием уравнения (11):

$$CF(E) = \sum_{i=1}^n (PCF(R_i) \times \omega_i), CF(E) \in [0,1] \quad (11)$$

Расчет фактора уверенности для наблюдаемого заболевания ($CF(H, E)$) проводится с использованием уравнения (12):

$$CF(H, E) = CF(E) \times CF(H) \quad (12)$$

Если $CF(H, E) \geq Min$, результат указывает на то, что симптомы связаны с диагностируемым заболеванием (H).

Пример расчета: чтобы продемонстрировать процесс определения неопределенности, будут использованы правила диагностики столбняка. Весовые коэффициенты каждого признака заболевания были сформулированы экспертами в предметной области.

Рассмотрим случай, в котором:

1. Веса были рассчитаны по формуле (8):

$$\omega_R = 1 / \sum_{i=1}^n f_i = \frac{1}{(1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 3 + 1)} = 0.09$$

2. Поддерживаемая частота $f_i = 1, 2, 2, 2, 3, 1$, которая впоследствии была использована для расчета PF_i по формуле (9), дает результат:

$$PF_1(R_1) = 1 \times 0.09 = 0.09,$$

$$\begin{aligned}
 PF_1(R_2) &= 2 \times 0.09 = 0.18, \\
 PF_1(R_3) &= 2 \times 0.09 = 0.18, \\
 PF_1(R_4) &= 2 \times 0.09 = 0.18, \\
 PF_1(R_5) &= 3 \times 0.09 = 0.27, \\
 PF_1(R_6) &= 1 \times 0.09 = 0.09,
 \end{aligned}$$

3. Поскольку начальный коэффициент достоверности каждого правила известен, $CF = 0.2, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$, значения были использованы для расчета PCF_i с использованием уравнения(10):

$$PCF_1(R_1) = 0.2 + 0.09 - 0.2 \times 0.09 = 0.27,$$

Аналогичным образом: $PCF_1(R_2)=0.34, PCF_1(R_3)=0.51, PCF_1(R_4)=0.67, PCF_1(R_5)=0.85, PCF_1(R_6)=1.00$.

4. Правила симптомов заболевания столбняком могут быть выражены как: ЕСЛИ слюнотечение ($w_1=0.1$) И поражения кожи ($w_2=0.1$) И воспаление мягких тканей во рту ($w_3=0.1$) И спазм нервов ($w_4=0.2$), И поражения нервов ($w_5=0.2$), И столбнячная палочка ($w_6=0.3$), ТО столбняк (1, 0.65).

5. Затем вычисление $CF(E)$, используя уравнение(11):

$$\begin{aligned}
 CF(E) &= \sum_{i=1}^n (PCF(R_i \times \omega_i)) \\
 &= 0.27 \times 0.1 + 0.34 \times 0.1 + 0.51 \times 0.1 + 0.67 \times 0.2 + 0.85 \times 0.2 + 1 \times 0.3 \\
 &= 0.72
 \end{aligned}$$

6. Значения $CF(H, E)$ были рассчитаны по формуле(12):

$$CF(H, E) = CF(E) \times CF(H) = 0.72 \times 1 = 0.72$$

Результат $CF(H, E) > 0.65$ указывает на то, что у больной коровы, вероятно, развился столбняк. Точно также рассчитываются значения PF и PCF для второй и третьей диагностических повторов. Если правило активно, статус равен 1. Если правило не активно, статус равен 0, а значение PCF соответственно исправляется. Исходная достоверность CF в большинстве традиционных механизмов рассуждений диагностических систем является фиксированным неизменным значением, и поэтому коэффициент достоверности правил не изменяется в ответ на обновление знаний о болезнях. В результате точность диагностического результата может быть разной. Однако применение «метода поддержки правил» позволяет процессу получать новые значения PCF после каждого диагностического повтора, и вычисленный $CF(H, E)$ также может измениться, что приведет к более достоверному диагностическому результату.

После второго и третьего диагностического повторов значения $CF(H, E)$ составили 0,72 и 0,71 соответственно. Поскольку несколько правил не были активны в третьем повторе, достоверность диагноза столбняка снизилась по сравнению с первыми двумя повторами. При большем количестве повторов постоянно проводится обучение системы, и механизм вывода постепенно корректирует PCF , чтобы увеличить шансы на получение правильного диагноза. Система автоматически запоминает новый PCF после каждой успешной диагностики и впоследствии применяет данные для последующих диагностических рассуждений. Таким образом, при повторном использовании системы бесполезные правила будут отброшены и применение «метода поддержки правил» будет играть основополагающую роль [71].

Обсуждение. Таким образом были описаны математические процессы, реализуемых при разработке экспертной системы для решения задач ветеринарии. Подробным образом описаны процессы присвоения весовых коэффициентов для каждого фенотипа заболевания и соответственно введен в использование термин «симптомокомплекс». Нечеткие данные, возникающие в процессе диагностирования болезней, выполнены с помощью продукционных правил. Также описаны процессы прогнозирования молочной продуктивности крупного рогатого скота. Полученные данные будут основой для создания прототипа экспертной системы для решения задач ветеринарии.

Заключение. В условиях простоты и оперативности в процессе принятия решения был выбран метод продукционных правил при принятии решений. Были описаны основные источники, необходимые для эффективного получения, анализа и оценки знаний. Продемонстрирован процесс

мышления ветеринаров по диагностике болезней животных и в соответствии с этим приведен пример группировки уровней знаний. Формой представления знаний были выбраны производственные правила, как способ работы с четкими и нечеткими данными, и как способ хранения знаний выбраны одномерные таблицы. Подробным образом описана структурная схема базы данных и ее отдельные функциональные блоки. Этап концептуализации представлен в данной статье как основной из этапов работы с базой знаний разрабатываемой экспертной системы для решения задач ветеринарии.

Шопағұлов О.А.^{1*}, Корячко В.П.²

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық Университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан;

²В.Ф. Уткин атындағы Рязань Мемлекеттік Радиотехникалық Университеті, Рязань, Ресей.

E-mail: shopagulov@gmail.com

САРАПТАМА ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БІЛІМ НЕГІЗІНДЕГІ КОНЦЕПТУАЛДЫҚ МОДЕЛЬДЕР

Аннотация. Бұл мақалада сиыр ауруларын диагностикалау және ветеринарларға емдеуді жүргізуге көмектесу үшін жасалған сараптамалық жүйе сипатталған. Жүйе аурулар, олардың белгілері және емдеу әдістері туралы мәліметтер базасын жүргізуге арналған веб-интерфейсті, сондай-ақ оффлайн режимінде диагностикаға арналған смартфон қосымшасын ұсынады. Дамыған интеллектуалды жүйе ауылшаруашылық тауар өндірушілеріне деректерді автоматтандырылған талдау негізінде нақты шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Мүмкін болатын аурулардың диагностикасы мен рейтингі байқалған симптомдар мен симптомдар кешендерінің салмақ коэффициенттерінің нәтижелерін қосу және сұрыптау арқылы жүзеге асырылады. Диагностикалық әдіс бақыланатын белгілерді талдауға және ветеринарлардың тәжірибесіне негізделген. Жүйе аурулардың, олардың белгілері мен емдеу әдістерінің дерекқорын жүргізуге арналған веб-интерфейс, сондай-ақ оффлайн режимде диагностикалауға арналған смартфонға арналған қосымша болып табылады. Әзірленген сараптамалық жүйе ауыл шаруашылығы өндірушілеріне деректерді автоматтандырылған талдау негізінде нақты шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, мақалада мәліметтер базасын құру әдістері және оның ақпарат көздері туралы ақпарат берілген. Жұмыстың экономикалық тиімділігі мен маңыздылығы мал басы, зоотехникалық және ветеринарлық операциялар туралы деректерді автоматтандырылған есепке алу мүмкіндігімен анықталады. Ветеринария міндеттерін шешуге арналған сараптамалық жүйе ірі қара малдың ауруы туралы деректерді өзекті жағдайда ұстап тұруға, жануарлардың жай-күйіне жедел және кешенді талдауды жүзеге асыруға, диагностикалық және профилактикалық операцияларды жүргізуге, бақылау деректерін талдау нәтижелері бойынша стандартты есептілікті және алынған деректерді визуализациялауды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Анық емес композициялық қорытынды теориясының аппаратын қолдана отырып, білімді ұсынудың өндірістік модельдерін қолдануға негізделген жұмыста қолданылатын әдістер және бірөлшемді кестелер түрінде мәліметтер базасын ұсыну есептеу технологиясының сапасы мен тиімділігі бойынша қазіргі деңгейіне сәйкес келеді.

Түйінді сөздер: дерекқор, білім қоры, сараптамалық жүйелер, ветеринарлық медицина, аурулардың диагностикасы.

Shopagulov O.A.^{1*}, Koryachko V.P.²

¹Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan;

²Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russia.

E-mail: shopagulov@gmail.com

CONCEPTUAL MODELS IN THE KNOWLEDGE BASES OF EXPERT SYSTEMS

Abstract. This article describes an expert system designed to diagnose cow diseases and help veterinarians treat them. The system represents a web interface for maintaining a database of diseases, their symptoms and treatment methods, as well as a smartphone application for the diagnostics in offline mode. The developed intelligent system will allow agricultural producers to make specific decisions based on automated data analysis. Diagnostics and ranking of possible diseases is performed by adding and sorting the results of

weighting coefficients of observed symptoms and symptom complexes. A diagnostic method based on the analysis of observed symptoms and the experience of veterinarians is proposed. The system is a web interface for maintaining a database of diseases, their symptoms and treatment methods, with a smartphone application for offline diagnosis. The developed expert system will allow agricultural producers to make specific decisions based on automated data analysis. The methods of developing the database and its sources of information are also presented in the article. The cost-effectiveness and importance of the work is determined by the possibility of automated accounting data on livestock, zootechnical and veterinary operations. The expert system for veterinary tasks provides possibility of keeping data on the incidence of diseases in cattle up-to-date, to carry out operational and comprehensive analysis of animal condition, to carry out diagnostic and preventive operations, to form standard reporting on the results of the analysis of observation data and visualization of the results, obtained data. This work applies methods based on the use of productive models of knowledge representation with the use of fuzzy composite inference theory apparatus and database representation in the form of one-dimensional tables that meet the modern level of computing technology in terms of quality and efficiency of implementation.

Key words: databases, knowledge bases, expert systems, veterinary medicine, diagnostics of diseases.

Information about authors:

Shopagulov O. A. – doctoral student of the Department of Information Systems, Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan, shopagulov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9520-1811>;

Koryachko V.P. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Computer-Aided Design of Computer Technology, Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan, Russia, koryachko.v.p@rsreu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0272-673X>.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бердышев С., Калиева К.А., Кантуреева М.А. (2020) О методологии проектирования экспертных систем, 56-62.

[2]. Джарратано Д., Райли Г., (2007) Экспертные системы, принципы разработки и программирования, первое издание. Издательский дом «Вильямс», Москва. ISBN: 978-5-8459-1156-8, 0-534-38447-1.

[3]. Шопагулов О.А., Третьяков И.И., Исмаилова А.А. (2020) Разработка автоматизированного инструмента для диагностики заболеваний коров [От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение и актуальные проблемы ветеринарной медицины], 1:191-194.

[4]. Муромцев Д.И. (2005) Введение в технологию экспертных систем. ГУ ИТМО, СПб.

[5]. Н. Козлов. Интеллектуальные информационные системы. (2013) ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, Пермь.

[6]. В.С. Белов. Информационно-аналитические системы. (2005) Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, Москва.

[7]. Зубкова Л.И. (2015) Влияние заболеваний на молочную продуктивность коров [Молочное и мясное скотоводство] 4:35-37.

[8]. Темирбеков Н., Байгереев Д.Р., Темирбеков Н.М. (2020) Использование ресурсов распределенной информационной системы для решения прикладных задач [Вестник Национальной инженерной академии РК] 3:61-68.

REFERENCES

[1]. S. Berdyshev, K.A. Kalieva, M.A. Kantureeva. (2020) About the methodology for designing expert systems, 56-62 (in Rus.).

[2]. D. Jarratano, G. Riley, (2007) Expert Systems, Design and Programming Principles, First Edition. «Williams» Publishing House, Moscow. ISBN: 978-5-8459-1156-8, 0-534-38447-1 (in Rus.).

[3]. O.A. Shopagulov, I.I. Tretyakov, A.A. Ismailova. (2020) Development of an automated tool for the diagnosis of cow diseases [From inertia to development: scientific and innovative support and current problems of veterinary medicine], 1: 191-194 (in Rus.).

[4]. Muromtsev D.I. (2005) Introduction to the technology of expert systems. GU ITMO, St. Petersburg (in Rus.).

[5]. N. Kozlov. Intelligent information systems. (2013) Perm State Agricultural Academy, Perm (in Rus.).

[6]. V.S. Belov. Information and analytical systems. (2005) Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics, Moscow (in Rus.).

[7]. Zubkova L.I. (2015) The effect of diseases on the milk production of cows [Dairy and beef cattle breeding] 4: 35-37 (in Rus.).

[8]. Temirbekov N., Baigereev D.R., Temirbekov N.M. (2020) Using the resources of a distributed information system for solving applied problems [Bulletin of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan] 3: 61-68 (in Rus.).

МАХМУНЫ

ФИЗИКА

Жұмабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ РАДИОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ЖАҢА ПОЛИГОН.....6

Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.
КӨМІРПЛАСТИКТИ ТҮТІКТЕРДІ ОРАУ ӘДІСІМЕН ЖАСАУ БОЙЫНША ЗЕРТХАНАЛЫҚ
ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ.....15

Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г. Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.
ДЕРЕКТЕР МАССИВИ КӨЛЕМІНІҢ ЖЕЛІЛІК ЖАБДЫҚТЫҢ ІСТЕН ШЫҒУЫН БОЛЖАУ
НӘТИЖЕЛЕРІНЕ ӘСЕРІ.....28

Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмұратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймағанбетова З.К.
ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ ЖОЛАРАЛЫҚ АУЫСУЛАРЫНДАҒЫ КРЕМНИДІҢТЕРІС БОЙЛЫҚ
МАГНИТКЕ ТӨЗІМДІЛІШІ.....37

ИНФОРМАТИКА

Байшолан Н., Тұрдалыұлы М., Байшоланова Қ.С., Кубаев Қ.Е., Тунгушбаев М.Т.
АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ОҚИҒАЛАРЫНДАҒЫ ШАБУЫЛДАРДЫ БОЛЖАУДЫ
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....42

Усатова О.А., Жұмабекова А.Т., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Глесова Б.Е.
АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРҒА ТӨНЕТІН ҚАУІП ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ МАШИНАЛЫҚ
ОҚЫТУДЫ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....48

Кожангулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Максұтова А.А.
ҮЙТКІЛІ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ КӨМЕГІМЕН ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН МИКРОСҮЛБЕКТЕРДІҢ
ЖІКТЕУШІСІ59

Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Әлімхан Қ., Othman M., Жумажанов Б.
АВТОМАТТЫ СӨЙЛЕУДІ ТАҢУ ҮШІН ОНЛАЙН МОДЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУ.....66

Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Тұрдалыұлы М.
ҚАЛҚАН БЛОКТЫҚ СИММЕТРИЯЛЫҚ ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНІҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС
ТҮЙІНІНІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....73

Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдуғулова Ж.К., Аманжолова Ш.А.
ДЕРЕКТЕР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ЖЕЛІЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІК
ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ.....81

Шопағұлов О.А., Корячко В.П.
САРАПТАМА ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БІЛІМ НЕГІЗІНДЕГІ КОНЦЕПТУАЛДЫҚ МОДЕЛЬДЕР.....92

МАТЕМАТИКА

Егенова Ә., Құрақбаева С., Калбаева А., Ізтаев Ж.
ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ҰҚСАС СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС МОДЕЛЬДЕРІН ҚОЛДАНА
ОТЫРЫП, ӘРТҮРЛІ ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ СИПАТТАУДЫҢ КЕЙБІР
МӘСЕЛЕЛЕРІ.....103

Ибраев А.Т. ЭЛЕКТРОНДЫҚ АЙНАЛАРМЕН КАТОДТЫҚ ЛИНЗАЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ДИНАМИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ ӨЛШЕМ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	114
Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С. БҰЛДЫР ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕРДІ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССІНДЕ ҚОЛДАНУДЫҢ МЫСАЛЫ.....	121
Сартабанов Ж.А., Айгенова Г.М., Торемуратова Г.С. ДИФФЕРЕНЦИАЛДАУ ОПЕРАТОРЛЫ СЫЗЫҚТЫ КӨППЕРИОДТЫ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨЗАРА КЕЛТІРІМДІЛІГІ.....	128
Тусупов Д.А., Муханова А.А. ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССІНДЕГІ ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕР ҚОСЫМШАСЫ.....	136

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Жумабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.**
НОВЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАХСТАНЕ.....6
- Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.**
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ
ПО ФОРМОВАНИЮ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ НАМОТКИ.....15
- Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г., Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.**
ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА МАССИВА ДАННЫХ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ОТКАЗОВ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....28
- Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмуратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймаганбетова З.К.**
ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ПРОДОЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ
НА МЕЖДОЛИННЫХ ПЕРЕХОДАХ ЭЛЕКТРОНОВ.....37

ИНФОРМАТИКА

- Байшолан Н., Турдалыулы М., Байшоланова К.С., Кубаев К.Е., Тунгушбаев М.Т.**
ПРОГРАММНОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АТАК
В СОБЫТИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....42
- Жумабекова А.Т., Усатова О.А., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Илесова Б.Е.**
ВИДЫ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....48
- Кожугулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., МаксUTOва А.А.**
КЛАССИФИКАТОР ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСХЕМ ПРИ ПОМОЩИ СВЕРТОЧНОЙ
НЕЙРОННОЙ СЕТИ.....59
- Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Алимхан К., Othman M., Жумажанов Б.**
РЕАЛИЗАЦИЯ ОНЛАЙНОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ.....66
- Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Турдалыулы М.**
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕЛИНЕЙНОГО УЗЛА АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО
СИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ QALQAN.....73
- Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдугулова Ж.К., Аманжолова Ш.А.**
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ДАТА-ЦЕНТРА.....81
- Шопагулов О.А., Корячко В.П.**
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В БАЗАХ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ.....92

МАТЕМАТИКА

- Егенова А., Куракбаева С., Калбаева А., Изтаев Ж.**
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
С ПОМОЩЬЮ АНАЛОГИЧНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ВОЛН.....103

Ибраев А.Т. ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА ДВИЖЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗЕРКАЛ И КАТОДНЫХ ЛИНЗ.....	114
Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	121
Сартабанов Ж.А., Айтенова Г.М., Торемуратова Г.С. ВЗАИМНАЯ ПРИВОДИМОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ МНОГОПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ С ОПЕРАТОРАМИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ.....	128
Тусупов Д.А., Муханова А.А. ПРИЛОЖЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	136

CONTENTS

PHYSICS

Zhumabayev B.T., Vassiliyev I.V., Petrovskiy V.G., Issabayev K.Zh. A NEW LANDFILL FOR RADIOPHYSICAL RESEARCH IN KAZAKHSTAN.....	6
Meirbekov M.N., Ismailov M.B. DESIGN AND MANUFACTURE OF A LABORATORY INSTALLATION FOR FORMING CARBON FIBER RODS BY WINDING.....	15
Myrzatay A.A., Rzayeva L.G., Uskenbayeva G.A., Shukirova A.K., Abitova G. THE EFFECT OF THE AMOUNT OF DATA ARRAY ON THE RESULTS OF FORECASTING NETWORK EQUIPMENT FAILURES.....	28
Taimuratova L.U., Bigozha O.D., Seitmuratov A.Zh., Kazbekova B.K., Aimaganbetova Z.K. NEGATIVE LONGITUDINAL MAGNETORESISTANCE SILICON ON INTERLINE ELECTRON TRANSITIONS.....	37

COMPUTER SCIENCE

Baisholan N., Turdalyuly M., Baisholanova K.S., Kubayev K.E., Tungyshbayev M.T. SOFTWARE AND MATHEMATICAL SUPPORT FOR ATTACK PREDICTION IN INFORMATION SECURITY EVENTS.....	42
Zhumabekova A., Ussatova O., Matson E., Karyukin V., Ilessova B. THE TYPES OF THREATS TO THE INFORMATION RESOURCES AND THE METHODS OF THEIR DETECTION WITH THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS.....	48
Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M., Sarmanbetov S.A., Maksutova A.A. CLASSIFIER OF MICROCIRCUIT IMAGES USING A CONVENTIONAL NEURAL NETWORK.....	59
Mamyrbayev O.Zh., Oralbekova D.O., Alimhan K., Othman M., Zhumazhanov B. REALIZATION OF ONLINE SYSTEMS FOR AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION.....	66
Seilova N.A., Ibrayev R.B., Gorlov L.V., Turdalyuly M. CRYPTOGRAPHIC PROPERTIES OF A NONLINEAR NODE OF A BLOCK SYMMETRIC ENCRYPTION ALGORITHM QALQAN.....	73
Tashenova Zh., Nurlybaeva E., Abdugulova Zh., Amanzholova Sh. ASSESSMENT OF THE SECURITY STATUS OF THE COMPANY'S DATA CENTER NETWORK INFRASTRUCTURE.....	81
Shopagulov O.A., Koryachko V.P. CONCEPTUAL MODELS IN THE KNOWLEDGE BASES OF EXPERT SYSTEMS.....	92

MATHEMATICS

Yegenova A., Kurakbayeva S., Kalbayeva A., Iztaev Zh. SOME PROBLEMS IN DESCRIBING VARIOUS PHYSICAL PROCESSES WITH SIMILAR NONLINEAR WAVE PROPAGATION MODELS.....	103
---	-----

Ibrayev A.T. CONSTRUCTION AND APPLICATION OF A DYNAMIC MOTION COUNTING SYSTEM FOR RESEARCHING THE PROPERTIES OF ELECTRON MIRRORS AND CATHODE LENSES.....	114
Makhazhanova U.T., Ismailova A.A., Zhumakhanova A.S. EXAMPLE OF APPLICATION OF FUZZY LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	121
Sartabanov Zh.A., Aitenova G.M., Toremuratova G.S. MUTUAL REDUCTION OF LINEAR MULTIPERIODIC SYSTEMS OF EQUATIONS WITH DIFFERENTIATION OPERATORS.....	128
Tussupov D.A., Mukhanova A.A. APPLICATION OF LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	136

**Publication Ethics and Publication Malpractice in
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

**ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 10.12.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
9,5 п.л. Тираж 300. Заказ 6.