АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности «6D070400 – Вычислительная техника и программное обеспечение»

Исимова Нурдаулета Токтаровича

«Моделирование и разработка автоматизированной системы для мониторинга и управления социально-эпидемиологической ситуацией по регионам Казахстана»

Актуальность работы. С начала XX века активно развиваются методы прогнозирования эпидемиологической ситуации. Эпидемиологические прогнозы выполняются для различных сроков и в зависимости от них служат разным целям. В основном выполняются три вида прогнозирования, это долгосрочные на период от нескольких месяцев до нескольких лет, среднесрочные сроком от двух месяцев до полугода и краткосрочные прогнозы на несколько недель вперед применяется в оперативном управлении и при выявлении эпидемических вспышек заболеваемости. В последние годы число работ на эту тему стремительно растет благодаря развертыванию информационных систем надзора и появлению больших объемов статистики, доступной для анализа. Наиболее полезным можно считать среднесрочный прогноз сроком от двух месяцев до полугода, используемый в тактическом управлении. В силу различных факторов, он менее точен, нежели краткосрочный, но оставляет достаточно времени для подготовки к возможным чрезвычайным ситуациям и проведения превентивных мероприятий.

Математическое моделирование динамики риска инфекционного заболевания активно используется специалистами для решения ряда прикладных вопросов, таких как планирование различных защитных мероприятий, лечение инфекционных больных.

В научной литературе чума получила название туляремия. Природные очаги туляремии распространены на всех континентах Северного полушария в Европе, Азии и Северной Америке. Заболевания людей регистрируются в виде спорадических случаев и эпидемических вспышек в Австрии, Франции, Германии, Швеции, Японии, США и других странах. Нередко вспышки охватывают несколько сотен человек. Рост заболеваемости наблюдается в годы повышения численности грызунов. В Российской Федерации туляремия обнаружена на территории практически всех краев, областей, республик.

В Казахстане проблемами мониторинга и профилактики эпидемий чумы занимаются Казахский научный центр карантинных и зоонозных инфекций им. М.Айкимбаева и территориальные противочумные станции. Наиболее опасность представляют следующие природные очаги чумы в Казахстане: Урало-Эмбенский автономный очаг, Приаральско-Каракумский автономный очаг, Прибалхашский автономный очаг, Волго-Уральский

автономный очаг, Мангышлакский автономный очаг, Зауральский автономный очаг.

Целью диссертационной работы является разработка и исследование математических моделей, средств получения информации в реальном времени, алгоритмов и технологий для мониторинга эпидемиологической обстановки.

Для достижения поставленной цели в диссертации решаются нижеследующие ***задачи.***

- анализ известных математических эпидемиологических моделей, источников данных,
- обоснование и исследование математической модели прогнозирования динамики абиотических факторов эпидемиологической ситуации в реальном времени,
- обоснование и исследование математической модели управления биотическими факторами эпидемиологической моделью,
- разработка, обоснование и применения нечеткой математики для мониторинга эпидпотенциала региона в зависимости от социально-экономических факторов,
- разработка экспертной системы мониторинга и прогнозирования эпидпотенциала,
- проведение экспериментальных исследований на модельных данных для анализа адекватности предложенных математических моделей, методов и алгоритмов.

Научная новизна диссертационной работы.

- предложена математическая модель и источники абиотических данных в реальном времени;
- на основе интервальной математики получен критерий управляемости математической модели динамики биотических факторов;
- на основе нечеткой математики предложена математическая модель, учитывающая социально-экономический потенциал региона;
- разработанные математические модели, методы и алгоритмы реализованы в виде экспертной системы мониторинга эпидемиологической ситуации в регионах.

Методы исследований. При решении поставленных задач в диссертационной работе использовались методы численного анализа, математического моделирования, теория баз данных, теория цифровой обработки и передачи сигналов, методы обработки данных на микропроцессорах, современные системы проектирования и разработки информационных систем.

Объект исследования. Объектом исследования являются эпидемиологическая обстановка в регионе.

Предметом исследования является автоматизированная система мониторинга и управления социально-эпидемиологической ситуацией.

Практическая значимость работы заключается в разработке математической модели, учитывающей абиотические, биотические и социально-экономические факторы региона.

Прикладная ценность результатов работы заключается в возможности государственным органам и органам здравоохранения владеть ситуацией для принятия решения о профилактике.

Положения, выносимые на защиту. По результатам исследования были решены нижеследующие задачи:

- разработана программа прогнозирования динамики абиотических факторов в реальном масштабе времени;
- исследована управляемость математической модели динамики биотических факторов – впервые получен критерий управляемости на основе интервальной и нечеткой математики;
- разработан алгоритм решения многокритериальной оптимизации для оценки эпидобстановки в регионе;
- разработка экспертная система прогнозирования и управления эпидобстановкой в регионе.

Связь темы с планами научно-исследовательских программ

Диссертационная работа выполнялась в соответствии с календарным планом научно-исследовательских грантовых работ по приоритету: 4. Науки о жизни и здоровье, по подприоритету: 4.2 Научно-инновационная биомедицина. Биотехнологии в медицине и наномедицине по теме проекта: 1.34 «Разработка аппаратно-медицинского комплекса оценки психофизиологических параметров человека» Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки и МОН РК.

Структура диссертации включает введение, 4 раздела, заключение, список использованных источников и приложения.

Во введении дано обоснование актуальности выбранной темы диссертационной работы. Сформулированы цель, объект, предмет и задачи научно-исследовательской работы. Описаны результаты проведенных исследований, показаны их научная новизна и практическая значимость. Приведены данные об апробации основных результатов диссертационной работы.

В первом разделе диссертационной работы проведен анализ существующих моделей прогнозирования абиотических факторов. Приведена общая характеристика проблемы и постановка задач исследования. На основе микопроцессорной техники и сенсорных датчиков разработана автономная микрокомпьютерная система передачи климатических данных. Разработана программа прогнозирования абиотических факторов в реальном масштабе времени. Эффективность алгоритма показана на модельной задаче.

Во втором разделе решена задача управляемости динамической системы, описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями. На основе применения лингвистических переменных и интервальной математики получен эффективно проверяемый критерий, сформулированный

и доказанный в виде теоремы. Решена задача оптимального управления при различных ограничениях на условия задачи: 1) с закрепленным правым концом и фиксированным временем, 2) со свободным правым концом, 3) оптимального быстродействия с закрепленными концами и 4) с закрепленными концами и фазовыми ограничениями. Все задачи исследованы при ограничениях на управления. Достовереность полученных результатов следует из сформулированных и доказанных теорем. Эффективность предложенных алгоритмов показана на модельной задаче.

Третий раздел посвящен анализу существующих моделей прогнозирования социально-экономических. Приведена общая характеристика проблемы и постановка задач исследования. Проанализирована задача и выявлены основные проблемы, которые могут возникнуть в ходе ее решения. Предложен метод мониторинга эпидобстановки на основе нечеткой математики. На основе многокритериальной оптимизации разработан алгоритм вычисления сверточных коэффициентов. Доказана сходимость предложенного алгоритма.

В четвертом разделе приведено описание разработанной экспертной системы прогнозирования и управления эпидемиологической обстановкой. Определены структуры таблиц базы данных и их взаимосвязь. Разработана система анкетирования экспертов. Разработан графический интерфейс пользователя приложения. Описаны различные рабочие области интерфейса. На базе СУБД VisualFoxPro9 реализована интерфейсная часть.

В заключении изложены основные результаты и выводы диссертации.

Обоснованность выносимых на защиту научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью использования математического аппарата; корректной постановкой экспериментов и их обработкой; качественным и количественным соответствием результатов теоретических исследований и экспериментальных данных; практическим применением результатов исследований.

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались на международных научных конференциях, ежегодных научных конференциях Института вычислительных и информационных технологий, научных конференциях молодых ученых и специалистов Казахского национального университета, а также на научных семинарах кафедры «Информатика» КазНУ имени аль-Фараби.

Получены 3 свидетельства о государственной регистрации прав на объект авторского права.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 17 работ, из них 11 публикации в журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК, 1 публикация в журнале, входящем в базу данных Scopus..

Научные публикации:

1. Жаугашева С.А., Нурбакова Г.С., Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Исследование колебаний нелинейного маятника посредством пакета прикладных программ MathCAD //Вестник КазНТУ. – 2016, № 4. – С.1-8.

2. Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Ограниченная задача о трех телах //Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – 2016, b№ 2. – С.504-509.

3. Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Исследование закономерностей движения небесных тел с помощью пакета прикладных программ MathCAD //Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – 2016, № 2. – С.496-504.

4. Нурбакова Г.С., Сарсембаев М.С., Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Гармонический анализ периодических несинусоидальных токов на основе численного метода //Материалы X Международной научно-практической конференции «Молодой ученый: Вызовы и перспективы», Интернаука. – 2016. – том 10, №8. – С.1-8.

5. Мукушев Б.А., Г.С., Исимов Н.Т. Электрлік тербелістерді зерттеуге арналған компьютерлік эксперименттер //«Хабаршы» КазНПУ им Абая. – 2016, № 3(55). - С. 96-102.

6. Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т., Мусатаева И.С., Желдыбаева Б.С. Ван дер Поль теңдеуімен сипатталатын электрлік автотербелістерді MathCad пакеті көмегімен талдау //Вестник КазНИТУ им. К.И. Сатпаева. – 2017, № 1. – С.401-405.

7. Джомартова Ш.А., Мазакова А.Т., Майлыбаева А.Ж., Исимов Н.Т., Абдразак Ж. Математическое моделирование в управлении ВУЗом //Сборник материалов V международной научно-теоретической конференции «Роль физико-математических наук в современном образовательном пространстве». – Атырау, 6-7 апреля 2017. – С.130-136.

8. Джомартова Ш.А., Мазаков Т.Ж., Исимов Н.Т. Мазакова А.Т. Программа прогнозирования в реальном времени. //Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2017, №4(66). – С.27-32.

9. Джомартова Ш.А., Исимов Н.Т., Байрбекова Г.С., Зиятбекова Г.З., Абдразак Ж. Идентификация личности на основе 2D и 3D изображений //Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2018, № 2(68). - С.16-20.

10. Мазаков Т. Ж., Исимов Н.Т., Зиятбекова Г.З., Жолмагаметова Б.Р., Джомартова Д.Т., Ыдырышбаева М.Б. Обработка сигналов ЭКГ на микропроцессорах //Труды научной конференции Института информационных и вычислительных технологий МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий». – Алматы, 2018. – С.152-158.

11. Исимов Н.Т., Мазаков Т.Ж., Карымсакова Н.Т. Исследование модели прогнозирования и управления эпидобстановкой с применением нечеткого и интервального анализа //Научно-технический журнал «Вестник Алматинского университета энергетики и связи», спец.выпуск. – 2018. - С.147-155.

12. Исимов Н.Т., Мазаков Т.Ж, Карымсакова Н.Т., Жолмагамбетова Б.Р., Зиятбекова Г.З. Оптимальное управление эпидобстановкой //Труды 14-й международ. азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем», Киргизская Республика. – Иссык-Куль, 20-31 июля, 2018. - С.250-258.

13. Issimov N., Mazakov T., Mamyrbayev O., Ziyatbekova G. Application of fuzzy and interval analysis to the study of the prediction and control model of the epidemiologic situation // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2018, vol. 96. – № 14. – P. 4358-4368.

14. Джомартова Ш.А., Карымсакова Н.Т., Исимов Н.Т., Зиятбекова Г.З., Мазакова А.Т. Программа перевода объемных изображений из формата в регулярную матрицу высот //Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2018, №3(69) . с.34-37.

15. Мазаков Т.Ж., Исимов Н.Т., Жолмагаметова Б.Р., Карымсакова Н.Т., Ыдырышбаева М.Б. Об одном методе обработки экспертной информации // Материалы Ш межд. науч. конф. «Информатика и прикладная математика», часть 2, Алматы: 2018, с.221-224.

16. Алиаскар М.С., Джомартова Ш.А., Зиятбекова Г.С., Исимов Н.Т., Амирханов Б.С., Мазакова А.Т. Автономная микропроцессорная система передачи климатических данных //Вестник КазНИТУ им. К.И.Сатпаева, 2019, № 1 (131), с.371-377.

17. Әлиасқар М.С., Шорманов Т.С., Мамырбаев О.Ж., Исимов Н.Т. Применение биометрического сканера для идентификации человека по отпечаткам пальцев. Вестник КазУТБ – 2019, № 3. – С. 18-22.

Свидетельства о государственной регистрации прав на объект авторского права:

1. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права №344 от 27 февраля 2017 «Нахождение центра масс многоугольника» (программа для ЭВМ), авторы: Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т., Курманжанов А.Т., Желдыбаева Б.С., Мусатаева И.С.

2. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права №345 от 27 февраля 2017 «Вычисление центра масс материальных точек» (программа для ЭВМ), авторы: Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т., Белисарова Ф.Б., Желдыбаева Б.С., Мусатаева И.С.

3. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права №2342 от 13 октября 2017 «Прогноз-РВ» (программа для ЭВМ), авторы: Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А., Исимов Н.Т., Мазакова А.Т.