

## АННОТАЦИЯ

диссертационной работы докторанта **Бисариновой Айгуль Туктикызы** на тему: **«Исследование и разработка моделей и методов проектирования геоинформационной системы (ГИС) мониторинга загрязнения воздушного бассейна мегаполиса»**, представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070300 – «Информационные системы»

**Актуальность темы исследования.** В г. Алматы особенно заметна повышенная концентрация загрязнённых веществ в атмосфере в любое время суток и года. Анализ и обработка данных о экологическом состоянии на текущий момент времени получают с помощью систем мониторинга загрязнённости воздушного бассейна. Основное назначение данных систем – определение наличия и концентрации загрязняющих атмосферу веществ с помощью специальных приборов и оборудования. Эффективность систем мониторинга во многом зависит от используемых устройств для измерения вредных выбросов, в том числе и от использования ГИС - технологий.

Можно выделить три категории источников загрязнения атмосферы: промышленные, бытовые, транспортные. Загрязнения бывают первичными и вторичными. Первые сразу попадают в атмосферу, а вторые образуются в результате превращения и расщепления первичных загрязнителей. Опасность для атмосферы представляют пирогенные источники, вызывающие загрязнение воздуха – предприятия химической и металлургической промышленности, теплоэлектростанции, котельные установки.

В г. Алматы согласно источникам о ТЭЦ-х имеются следующие характеристики: Алматинская ТЭЦ-1 была переведена на газовое топливо в 2017, ТЭЦ – 2 и ТЭЦ - 3 работают на угле; в 2020 году в рамках проекта минимизации воздействия на окружающую среду принято решение о модернизации и переводе на газ Алматинской ТЭЦ-2 г.Алматы, в случае выполнения эколого-экономической эффективности от внедрения пылеулавливающего модуля;

Для прогноза, мониторинга, оценки и понижения воздействия распространений загрязняющих веществ на экологическую ситуацию в городах, широко используются современные геоинформационные системы (ГИС). С помощью данных систем мониторинга воздушного бассейна создаются и анализируются модели, визуально имитирующие процессы выбросов и их рассеивание. Разрабатываемые модели, применяемые в ПО мониторинга воздушного бассейна, дают возможность оценить взаимодействия данных и получить прогноз для принятия решений.

Система ArcGIS относится к семейству геоинформационных программных продуктов американской компании ESRI (Environmental Systems Research Institute) базы геоданных и дает возможность разрабатывать и анализировать на основе пространственных данных,

строить интерполяционные карты и модели прогнозирования в настольных программных продуктах, затем публиковать их в он-лайн режиме, и использовать в программных приложениях, в веб-ресурсах, в мобильных устройствах. По этой причине, разработка моделей и методов проектирования геоинформационной системы мониторинга загрязнения воздушного бассейна для нашего города всегда актуальна.

Вопросы разработки моделей и методов проектирования геоинформационной системы (ГИС) мониторинга загрязнения воздушного бассейна мегаполиса являются объектом исследования множества уже существующих научных работ. В настоящее время они требуют дальнейшего исследования с использованием современных информационных технологий, которые позволяют расширить возможности исследователя при анализе рассматриваемого класса систем за счет применения современных методов проектирования геоинформационных систем. На современном этапе наиболее востребована ГИС, которая дает возможность получить оценки мониторинга и динамики состояния воздушного бассейна мегаполиса с учетом географических и климатических особенностей для г.Алматы. По этой причине, исследование и разработка моделей и методов проектирования ГИС мониторинга загрязнения воздушного бассейна является актуальным.

Объединение различного рода данных на единой картографической базе позволяет дать объективную оценку мониторинга воздушного бассейна, определить влияния между факторами выброса вредных веществ, оценить риски здоровью населения и сделать прогноз о состоянии воздуха в разных районах города, чистоту воздуха в жилых районах и многое другое.

Широкое применение численных методов исследования атмосферной диффузии получили в работах следующих ученых: Zannetti, Paolo (США), Gang-Jun Liu (Австралия), Dr. Anil Kumar Haritash (Индия), Manju Mohan (Индия), Kostas Karatzas (Греция), Bruno Sportisse (Франция), Maria Prodanova (Болгария), А.Е. Алояна, М.Е. Берлянда, Г.И. Марчука, В.И.Нааца, И.Е.Нааца, В.В. Пененко, М.Н. Мадиярова, И.П.Герасимова, Abudujialeli Niyazibieke (Jiang, Zhongying) (Китайская Народная Республика).

Решению задачи по разработке мониторинга воздушного бассейна посвящены труды зарубежных и отечественных ученых: L Brillì (Италия), L. Larsen (Норвегия), Kolios, Stavros (Греция), Ю.И.Шокина (Россия), В.Ф.Крапивина, А.М.Шутко, С.Л.Белякова, К.Я.Кондратьева, О.Е. Кондратьева, В.В.Климова, И.И.Потапова, И.П.Герасимова, А.А. Горюнковой, Т.Омарбекұлы, Г.Н.Нюсуповой, А.Б.Бигалиева, Б.Т.Жакатаевой, А.Ф. Мұхамедгалиева, М.Т. Омарбековой, Е.А. Закарина, К.С. Дүйсебековой, Ф.Н. Абдолдиной и других.

По разработкам ГИС с помощью современных информационных технологий посвящены труды следующих ученых: M.R.Delavar (Иран), Quanyuan Wu (Кытай Халық Республикасы), Goodchild, Michael F.(АҚШ), И. И. Васенева, Л.А. Солнцева, В.Я.Цветкова, А. И. Лычак, Т.А.Трифоновой, Э.А. Закарина, Р.И.Мухамедиева, А.К. Мамыровой, Ж.Т. Омиржановой, Қ.А. Бостанбекова и других.

**Цель диссертационной работы.** Необходимо исследовать и разработать модели, методы и алгоритмы проектирования ГИС мониторинга воздушного бассейна г. Алматы с учетом данных геопространственного характера путем имитационного моделирования.

**Основные задачи исследования.** В соответствии с поставленной целью решить следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ методов и моделей, применяемых при исследовании и мониторинга состояния воздушного бассейна.

2. Исследовать модель динамической системы мониторинга воздушного бассейна мегаполиса для разработки функциональной структуры ГИС, учитывающую ввод и обработку данных, показателей оценки динамики состояния воздушного бассейна.

3. На основе анализа методов и моделей, используемых в зарубежных и отечественных ГИС для мониторинга воздушного бассейна разработать информационное обеспечение и функциональную структуру ГИС для г.Алматы.

4. Разработать имитационную модель и алгоритмы функционирования ГИС мониторинга воздушного бассейна, позволяющая давать в он-лайн режиме оценки состояния воздушного бассейна загрязнения в зависимости от природно-климатических факторов и промышленной деятельности на конкретной территории г.Алматы;

5. Разработать программное обеспечение ГИС «МЭОМ» с клиент-серверной структурой базы данных для оценки динамики состояния показателей воздушного бассейна мегаполиса и на его основе построить карту загрязненности городской атмосферы по интегральным показателям.

**Объект исследования.** Объектом исследования являются процессы сбора и обработки данных мониторинга загрязнения воздушного бассейна г.Алматы для проектирования ГИС с формированием оценок динамики состояния показателей городской атмосферы, полученные по результатам расчетов, входящей в состав комплекса построения различных экологических цифровых карт загрязненности мегаполиса.

**Предмет исследования** – модели и методы проектирования ГИС мониторинга воздушного бассейна, модели исследования атмосферной диффузии, бизнес-процессы в структуре ГИС, учитывающую ввод и обработку данных в режиме-он-лайн, показатели оценок динамики состояния воздушного бассейна на базе разработанной имитационной модели функционирования ГИС мониторинга загрязнения воздушного бассейна мегаполиса .

**Методы исследования.** В процессе выполнения диссертации

использованы методы исследования информационных потоков для процесса проектирования и разработки геоинформационных систем, методы имитационного моделирования, пространственный анализ данных, метод построения карты загрязнения воздушного бассейна по интегральным показателям на основе Гауссовой модели и по методу обратно взвешенных расстояний. Использована модель переноса примесей и оценка влияния загрязнения воздушного бассейна на основе эксергетического метода. Разработан объектно-ориентированный подход к построению алгоритма имитационной модели ГИС МЭОМ.

#### **Научная новизна исследования**

1. Разработаны схемы и алгоритмы функциональной структуры ГИС, учитывающие ввод и обработку геоданных, показателей выбросов и их анализ динамики состояния воздушного бассейна мегаполиса.

2. Разработана методика расчета энергетических характеристик теплоиспользующих объектов мегаполиса на основе эксергетического анализа. Получены уравнения для расчета эксергетических показателей работы объектов мегаполиса, которые необходимы для оптимизаций их функционирования.

3. Разработан объектно-ориентированный подход к построению алгоритма имитационной модели ГИС МЭОМ, эффективность и точность которого отражается в результатах расчетов в рамках разработанной ПО ГИС мониторинга воздушного бассейна мегаполиса и позволяет построить карту загрязнения воздушного бассейна по интегральным показателям на основе Гауссовой модели и по методу обратно взвешенных расстояний.

4. Разработана имитационная модель функционирования ГИС мониторинга воздушного бассейна мегаполиса.

5. Реализовано программное обеспечение ГИС по оценке показателей динамики состояния воздушного бассейна г. Алматы и на его основе построена карта загрязненности городской атмосферы по интегральным показателям, что позволяет провести комплексный анализ.

**Положения, выносимые на защиту.** На защиту выносятся следующие положения:

1. Разработана структура ГИС МЭОМ мониторинга и модель процесса управления мониторингом загрязнения воздушного бассейна г. Алматы, в которой учтены оперативные обновления и обработка графической и описательной информации в режиме реального времени – он-лайн, что дает возможности в дальнейшем использовать полученные данные в разработке ПО ГИС.

2. Алгоритмы функциональности и структура ГИС МЭОМ, учитывающие ввод и обработку геоданных, показатели выбросов и на их основе выполняет анализ динамики состояния воздушного бассейна мегаполиса.

3. Имитационная модель функционирования ГИС МЭОМ мониторинга воздушного бассейна, позволяющая давать в он-лайн режиме оценки состояния воздушного бассейна загрязнения в зависимости от природно-

климатических факторов и промышленной деятельности на конкретной территории г.Алматы;

4. Программный продукт ГИС МЭОМ по оценке динамики состояния показателей воздушного бассейна г.Алматы и на его основе построенная карта загрязненности городской атмосферы по интегральным показателям, позволяет провести комплексный анализ по следующим показателям:

- комплексная оценка состояния воздушного бассейна в зависимости от выбранной городской территории, с учетом рельефов местности, климатических условий;
- оценки и прогноз мероприятий по принятию управленческих решений по регулированию экологической обстановки, полученные по результатам расчетов, входящей в состав комплекса построения различных экологических цифровых карт г.Алматы.

#### **Практическая значимость полученных результатов:**

1. Разработанная ГИС мониторинга воздушного бассейна мегаполиса позволяет интегрировать и анализировать картографические данные мониторинга, и на основе интегрального показателя строить интерполяционную карту загрязнения атмосферного воздуха.

2. Построенные карты загрязненности городской атмосферы могут быть использованы при проектировании жилой застройки, промышленных предприятий, зон отдыха и подобных объектов. Важно определить направление возможного распространения загрязнений, их интенсивность и оседание в местности. Это позволяет уменьшить степень экологической безопасности, улучшить уровень комфорта проживания и отдыха населения и оптимизировать затраты на экологические мероприятия.

3. Разработанный на основе имитационной модели ГИС, позволит своевременно принимать обоснованные решения в г. Алматы в качестве эффективного инструмента информационного обеспечения и поддержки управленческих решений по регулированию воздушного бассейна в городе.

4. Получено международное авторское свидетельство Программа ЭВМ «Геоинформационная система (ГИС) мониторинга воздушного бассейна мегаполиса» (The computer's program «The GIS – geographic information monitoring system of air basin of the metropolis») № EC-01-001325 от 26 сентября 2017 года. Результаты исследования в виде моделей и алгоритмов внедрены в учебный процесс на кафедре «Вычислительная техника и информационные системы» Казахской академии транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева в 2017 году. Получены акты внедрения результатов диссертации в производственный процесс УТГ «Алматы» ТОО «Азиатский Газопровод» и ТОО «Тараз Газ-Терминал». Также рекомендуется использовать результаты диссертационной работы по спецкурсу «Геоинформационные системы» для подготовки технических специалистов.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников. Она изложена на 105 страницах основного текста, содержит 39 рисунков, 75 формул, 8 таблиц, список использованных источников из 122 наименований и

приложений: листинга кодов ПО, свидетельства авторских прав и актов внедрения ПО.

**Во введении** раскрыты актуальность, обозначены проблемы, связанные с исследуемой темой. Изложены идея работы, цель и задачи исследования, научная новизна и практическая ценность работы, методы исследования.

**В первой главе** проведен сравнительный анализ методов и моделей, на основе обзора научных трудов и веб-ресурсов, применяемых при исследовании и мониторинга состояния воздушного бассейна; выполнен анализ систем и программных средств для исследования и мониторинга состояния воздушного бассейна мегаполисов; проанализирована структура модели геоинформационной системы (ГИС) мониторинга экологической обстановки г.Алматы; на основе анализа проблем исследования и разработки моделей и методов проектирования геоинформационной системы (ГИС) мониторинга загрязнения воздушного бассейна мегаполиса сформулирована цель и определены задачи.

**Вторая глава** посвящена следующим исследованиям и результатам:

- на основе выполнения анализа оценок влияния загрязнения воздушного бассейна на основе эксергетического метода, получен расчет выбросов загрязняющих веществ от тепловой электростанции;
- разработана модель проектирования ГИС мониторинга и модель процесса управления мониторингом загрязнения воздушного бассейна г. Алматы, в которой учтены оперативное обновление и обработка графической и описательной информации в режиме реального времени – он-лайн, что дает возможности в дальнейшем использовать полученные данные в разработке ПО ГИС
- разработана методика численного расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере мегаполиса для составления цифровой карты;
- разработана модель анализа ГИС мониторинга загрязнения воздушного бассейна на примере Жетысуского района г.Алматы;
- разработана имитационная модель проектирования ГИС мониторинга загрязнения воздушного бассейна г.Алматы. Этот метод отображения данных о загрязнении, реализованный в данной имитационной модели, показал, что он позволяет создавать карту загрязнения воздуха в атмосфере, более близкую к результатам реального мониторинга. Это интерпретируется как четкое отражение динамики таких процессов, как образование, перемещение и оседание загрязняющих веществ.

**В третьей главе** была разработана подсистема информационного обеспечения ГИС «МЭОМ». Она включает всю совокупность информации, циркулирующей в ГИС, обеспечивает процесс ее сбора, получения, обработки и передачи, а также служит основой информационной связи с внешней средой. На основе выделенных данных и возможностью интеграции с ГИС, реализована БД, включающая характеристики источников загрязнения, объемы выбросов ВВ и их свойств.

Разработанные специализированные модули ГИС позволяют провести дифференцирование антропогенного влияния на качество атмосферного

воздуха путем наложения полей загрязнения в территориальных операционных единицах и объединения их в зоны с одинаковым уровнем состояния атмосферы; выявить территориальную динамику изменения качества атмосферы в различные периоды года; определить районы города, подвергающиеся максимальному и минимальному загрязнению; определить районы для рационального размещения новых предприятий; выбирать точки для экологического мониторинга; создать основу для разработки модели динамики качества атмосферы городской территории.

ГИС «МЭОМ» автоматизирует процессы обработки и анализа данных, поступающих в результате мониторинговых измерений в точках наблюдения за состоянием физического поля, явления, события и предназначена для оперативной оценки и прогноза развития наблюдаемого поля: явления, события с использованием ГИС-технологий пространственного и временного анализа данных. Разработаны клиент-серверная структура базы данных показателей загрязнения воздушного бассейна и архитектура базы данных, которая обеспечивает независимость описаний базы данных - схемы БД, получаемых на различных уровнях, следовательно, независимость прикладных программ от данных, что является одним из основных достоинств базы данных.

**В четвертой главе** рассмотрено обоснование выбора программных инструментов Веб-ГИС технологий для разработки ГИС мониторинга воздушного бассейна мегаполиса. Разработаны ПО для ГИС «МЭОМ» и реализован набор базовых компонент системы в который входят: подсистема пользовательских прав; подсистема модели данных; подсистема обработки и представления. Данные компоненты являются расширяемыми, что дает возможность применять их для решения задач в различных предметных областях. Все эти компоненты реализованы и протестированы, как плагины модульной платформы системы. Выполнен анализ результатов состояния воздушного бассейна мегаполиса как размещенных слоев в ArcGISOnline.

**В заключении** отражены основные результаты и выводы диссертационной работы.

**Апробация работы.** Основные научные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на следующих международных научных конференциях:

1. The VII<sup>th</sup> International scientific and practical conference. 21 century: fundamental science and technology, 25-26 January 2016, North Charleston, USA.

2. Международная научно-практическая конференция «Роль технических наук в развитии общества», г. Кемерово, Россия, 26-27 ноября 2015 г.

3. XXIII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки XXI века», г. Москва, Россия, 30 июня 2017 г.

4. III-я Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития современной науки» г. Киев, Украина, 15 – 16 июля 2017 г.

5. The 4th International scientific and practical conference «Innovations and prospects of world science», 1-3 December 2021, Vancouver, Canada.

6. «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана» международных Сатпаевских чтений Алматы: КазНТУ 2015, г.Алматы, Қазақстан.

7. II Международная научно-практическая конференция на тему «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика», 3-4 декабря 2015 г. Алматы, КазНТУ им. К.И. Сатпаева.

8. Международные Сатпаевские Чтения. «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана», 2016 г.Алматы, Қазақстан.

9. Международные Сатпаевские Чтения. «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии», 2018, г.Алматы, Қазақстан.

10. Международная научно-практическая конференция на тему: «Развитие новых технологий в традиционной и альтернативной энергетике и перспективы экономического развития», 26 ноября 2021 г - г. Костанай, Қазақстан, ЧУ «Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова» и МО «Международный союз электросвязи» .

**Публикации.** Основные научные результаты диссертации опубликованы в 16 публикациях по рассматриваемой теме, из них: 1 статья с ненулевым импакт-фактором, индексируемых в базе данных **ISI Web of Knowledge** и **Scopus** **SJR=0.199, percentile: 45%**, квантиль: **Q3**, в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК - 5 статей; 10 статей опубликованы в сборниках трудов международных научных конференций.

**Результаты исследования по теме диссертации опубликованы в 16 публикациях:**

*Статьи в международных рецензируемых научных журналах, входящие в БД Scopus/Web of Science:*

1. A.Bissarinova, A.Mamyrova, B. Tussupova, L. Balgabayeva, and O. Mamyrbayev. Simulation modeling of the spread of harmful emissions into the atmosphere on the basis of geographic information system (GIS) of monitoring environmental condition of a megalopolis. // Open Engineering, Vol.6, Iss.1, 2016, pp.298-304, ISSN:2391-5439, ISI Web of Knowledge , Scopus (SJR=0.199), **quartile: Q3, percentile: 45%**.

*Статьи в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК:*

2. Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б.. Алматы қаласының экологиялық жағдайының мониторингінің геоақпараттық жүйесінің (ГАЗ) құрылымын талдау // Вестник КазНТУ имени К.И.Сатпаева, №6(112), 2015 г., С.3-7, ISSN 1991-3494.

3. А.Т.Бисаринова, Т.Омарбекұлы, А.Қ.Мамырова. Атмосфераға зиян қалдықтардың таралуының имитациялық модельдеуінің кезеңдері. // Вестник КазНТУ имени К.И.Сатпаева, №5(123), г.Алматы, 2017 г., С.157-162, ISSN: 1680 - 9211.

4. А.Т.Бисаринова. Мегаполистің ауа бассейнінің мониторингін жасау

үшін ГАЖ жобалаудың программалық қамтамасын құрудың ерекшеліктері. // Вестник КазНУ имени К.И.Сатпаева, №5(123), г.Алматы, 2017 г., С.235-239, ISSN: 1680 - 9211.

5. Бисаринова А.Т., Abudujialeli Niyazibieke (Jiang, Zhongying), Омарбекұлы Т., Мамырова А.К. Ауа бассейнінің мониторингінің геоақпараттық жүйесін (ГАЖ) құру және ArcGIS Online-де қабаттардың орналасуы ретінде сараптау нәтижелерін жариялау. // Вестник КазАТК, №3, (102) г.Алматы, 2017 г., стр.59-65, 2017, ISSN 1609-1817.

6. Бисаринова А.Т. Ауа бассейніне мониторинг жүргізетін ГАЖ-де қолданылатын модельдер мен әдістердің салыстырмалы сараптамасы. // Вестник КазАТК, №1 (108), 2019, г.Алматы, С.204-211, ISSN 1609-1817.

***Международные научно-практические конференции:***

7. Bissarinova A.T., Mamurova A.K., Tusupova B.B. Mathematical modeling of expenditure in emission planning on the example of one of the territorial districts of the city. // Materials of the VIII International Scientific-Practical Conference, North Charleston, USA, January 25-26, 2016., Vol. 3, pp.116-122, ISBN: 978-1523778348.

8. Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б.. Модель анализа управления ГИС мониторинга экологической обстановки мегаполиса. // Труды Международной научно-практической конференции «Роль технических наук в развитии общества», г. Кемерово, Россия, 26-27 ноября 2015 г., С.10-14, ISBN 978-5-906805-29-4

9. Бисаринова А.Т. Использование ГИС-технологий для мониторинга воздушного бассейна мегаполиса. // Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки XXI века», г. Москва, Россия, 30 июня 2017 г., С.16-21; ISSN: 5647-2412.

10. Бисаринова А.Т., Мамырова А.К. Публикация результатов анализа состояния воздушного бассейна мегаполиса как размещенных слоев в ArcGIS Online. // Материалы III-й Международной научно-практической конференции «Перспективы развития современной науки» г. Киев, Украина, 15 – 16 июля 2017 г., часть 2, С.5-8.

11. Бисаринова А.Т. Оптимизация режимных параметров функционирования топливоиспользующих объектов мегаполиса на основе эксергетического метода // Proceedings of the 4th International scientific and practical conference «Innovations and prospects of world science», 1-3 December 2021, Vancouver, Canada. Pp.275-281. ISBN 978-1-4879-3794-2

12. Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Балгабаева Л.Ш и другие. Геоинформационные системы (ГИС) мониторинга экологической обстановки г.Алматы. // Труды «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана» международных Сатпаевских чтений Алматы: КазНУ 2015, Том IV , С.101-105, ISBN 978-601-228-806-3.

13. Бисаринова А.Т., Мамырова А.К., Тусупова Б.Б.. Обоснование для применения Веб-ГИС технологий разработки ГИС МЭОМ. // Труды II Международной научно-практической конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика», Алматы,

Казахстан, 3-4 декабря, КазННТУ, 2015, Том I, С.137-139, ISBN 978-601-228-817-4.

14. Бафубаева У. Ю., Балгабаева Л.Ш., Бисаринова А.Т. Разработка структуры и алгоритма функционирования веб-сайта «Эко-мониторинг». // Труды международных Сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана»,– Алматы: КазННТУ 2016, том II, С.250-254, ISBN 978-601-228-807-0.

15. Талипова А.А., Бисаринова А.Т. Ауа бассейнінің мониторингін жасаудың мобильді қосымшасын құру . // Труды Международных Сатпаевских чтений «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии», 12 апреля 2018 – Алматы: 2018, С.1264—1269, ISBN 978-601-323-111-2.

16. Бисаринова А.Т. Мегаполистің ауа бассейнінің мониторингінің геоакпараттық жүйесінің (ГАЗ) құрылымын және деректер қамтамасын құру //Труды XIII Международной научно-практической конференции «Развитие новых технологий в традиционной и альтернативной энергетике и перспективы экономического развития», 26 ноября 2021 г - г. Костанай, ЧУ «Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова» и МО «Международный союз электросвязи» .