

Review of the dissertation work by Zharas Z. Ainakulov
“Development of Information System Using Artificial Intelligence Approach to
Evaluate and Predict the Behavior of Complex Objects”
submitted for the degree of PhD in the specialty 6D070300 – Information
Systems

At present, unmanned aerial vehicles (UAVs), also known as drones, are in high demand and widely used across various sectors of the economy. UAVs are used to monitor road surface conditions, perform environmental monitoring, track the state of glaciers, moraine lakes, and snow cover in hard-to-reach areas. The use of drones enables support for mining operations, monitoring terrain topography, estimating volumes of landslides and collapses, controlling tailings storage facilities, and detecting gas leaks through thermal imaging of pipelines.

They are indispensable as a source of intermediate-scale information in tasks where available satellite data provides only coarse surface textures, while signature maps are constructed from high-resolution digital imagery. An example is the assessment of pasture vegetation quality using multispectral satellite images from Landsat with a spatial resolution of about 80 m, while the training dataset is obtained via “manual” spectrophotometric measurements with a resolution of about 1 cm.

The difficulties encountered in solving many of these tasks are primarily related to UAV control in conditions of heterogeneous airflows, especially in foothill and mountainous areas typical of southern Kazakhstan. In such conditions, UAVs must autonomously adapt a predefined survey scheme to constantly changing environmental conditions. The flight of a lightweight UAV, with its limited energy resources and exposure to turbulent near-surface atmospheric flows, significantly complicates control tasks.

In fact, two complex interrelated problems arise: generating a multidimensional flow of landscape images obtained during monitoring, and ensuring UAV dynamics in an unpredictable and active atmospheric environment. It is evident that optimal UAV control under such conditions is a complex problem requiring the processing of large data streams to make correct control decisions. Modern artificial intelligence (AI) systems, particularly those based on artificial neural networks, are capable of effectively addressing this problem. Therefore, the research topic chosen by the candidate is undoubtedly of both practical and theoretical relevance.

The research topic is clearly interdisciplinary. In his work, Zharas Ainakulov applied Intelligent Data Analysis tools, including neural networks, fuzzy logic, genetic

algorithms, system analysis methods, and object-oriented programming technologies. Modern software packages were used as modeling tools in the dissertation.

During the research, the candidate modified traditional methods of automatic control theory and proposed new approaches for assessing and predicting complex dynamic scenes within the UAV-monitoring object system. In particular, a method for developing a UAV-based GIS system for operational diagnostics of cartographic data was proposed. As examples, the candidate presents domain-oriented GIS systems developed by him: "Sairan," "Alatau," "Kurgany," and "Otvaly."

Special attention should be given to the original development of the "Flight Planner," implemented as an experimental prototype. It determines the coordinates of the drone's future route points and includes a scheme for an autonomous aerial imaging module equipped with a GPS receiver and a recording device.

Importantly, the candidate not only described but also assembled an experimental prototype of an aerial survey system based on a hexacopter UAV, equipped with autopilot, navigation, and gyrostabilization units for aerial imaging equipment. The results obtained during flight tests demonstrated high accuracy of photogrammetric data processing.

Thus, overall, the candidate has conducted substantial research in selecting theoretical UAV control concepts adapted to a wide range of practical tasks and has implemented most of these concepts in practice in the form of control algorithms. The presentation of results in the dissertation is carried out at a high technical level.

Considering the above, I believe that the dissertation work by Zharas Z. Ainakulov,

"Development of Information System Using Artificial Intelligence Approach to Evaluate and Predict the Behavior of Complex Objects"

can undoubtedly be recommended for defense in the specialty 6D070300 – Information Systems.

Scientific Advisor:



Timour Paltashev, D.Sc.Tech.

Senior Manager, Software System Design

ML Languages and Compilers, Machine Learning SW Engineering (MLSE)

Artificial Intelligence Group (AIG)

Advanced Micro Devices, Santa Clara, CA

+1 408-306-8508

Advanced Micro Devices, Inc.

7171 Southwest Parkway

Austin, Texas 78735

Отзыв на диссертационную работу Айнакулова Ж.Ж. «Разработка информационной системы с использованием подхода искусственного интеллекта для оценки и прогнозирования поведения сложных объектов» представленную на соискание степени PhD по специальности 6D070300 - Информационные системы

В настоящий момент беспилотные летательные аппараты - БПЛА, они же БЛА или дроны, востребованы и массово используются в различных областях народного хозяйства. Так, с помощью БПЛА контролируются состояния дорожных покрытий, выполняется экомониторинг, отслеживается состояние ледников, моренных озер и снежного покрова в труднодоступных областях. Использование дронов позволяет сопровождать работы в горно-рудной промышленности и отслеживать топографию местности, оценивать объемы оползней и обвалов, контролировать состояния хвостохранилищ, обнаруживать утечки газа с помощью тепловизионной съемки трубопроводов. Они незаменимы, как источник информации промежуточных масштабов, в задачах, когда доступная спутниковая информация дает крупномасштабную текстуру поверхности, а карта сигнатур (признаков) построена на цифровых снимках высокого разрешения. Примером может служить оценка качества растительности джайлау по мультиспектральным спутниковым снимкам КА LandSat, с пространственным разрешением около 80м, в то время как обучающая выборка получена «ручной» спектрофотометрической съемкой с разрешением около 1 см.

Трудности, которые возникают при решении значительной части упомянутых задач, связаны главным образом с проблемами управления дронами в условиях неоднородных воздушных потоков, особенно в предгорной и горной местности, типичной для юга Казахстана. Здесь, БПЛА должен самостоятельно адаптировать заданную схему съемки к постоянно изменяющимся условиям окружения. Полет легкого БПЛА с его ограниченным энергетическим ресурсом и давления со стороны турбулентных потоков приземного слоя атмосферы во многом усложняет задачу управления. По факту, имеются две сложные взаимосвязанные задачи: создание многомерного потока изображений ландшафта, полученного при мониторинге и обеспечение динамики БПЛА в непредсказуемой и активной атмосферной среде. Однозначно, что в этой ситуации оптимальное управление дроном является сложной задачей и требует обработки большого объема потока данных для принятия правильных управляющих решений. Современные системы искусственного интеллекта (ИИ), использующие вычисления на искусственных нейронных сетях, реально способны помочь в решении этой проблемы. Поэтому, выбранная соискателем тема исследований, несомненно имеет практическую и теоретическую актуальность.

Специфика темы исследований имеет явно междисциплинарный характер. В своем исследовании Жарас Айнакулов использовал «Интеллектуальный

Анализ Данных», инструментарий включающий в себя нейронные сети, нечеткую логику; генетические алгоритмы; методы системного анализа, технологии объектно-ориентированного программирования. Инструментами моделирования в диссертации служили современные пакеты прикладных ПО.

В процессе выполнения работы соискатель модифицировал традиционные методы теории автоматического управления и предложил новые подходы для оценки и прогнозирования сложных динамических сцен для комплекса БПЛА-Объект мониторинга. Так, был предложен способ получения системы ГИСБПЛА для оперативной диагностики картографических данных. В качестве примера, соискатель приводит созданные им предметно ориентированные ГИС: «Сайран», «Алатау», «Курганы», «Отвалы».

Отдельно следует отметить оригинальную разработку «Планировщик полетов», выполненную в экспериментальном образце. Она определяет координаты точек предстоящего маршрута дрона и содержит схему автономного аэросъемочного модуля с GPS приемником и устройством записи.

Важно, что соискатель не только описал, но и собрал экспериментальный образец аэросъемочного комплекса на основе БПЛА гексакоптерного типа, снабженный блоками автопилотирования, навигации и гиросtabilизации аэросъемочной аппаратуры. Полученные на летных испытаниях результаты показали высокую точность фотограмметрической обработки полученных данных.

Таким образом, в целом, соискатель выполнил существенную исследовательскую работу по выбору теоретических концепций управления дроном, адаптированными к широкому спектру практических задач, и реализовал на практике большую часть разработанных концепций в виде алгоритмов управления. Изложение результатов в тексте диссертации выполнено на высоком техническом уровне.

Учитывая изложенное выше, считаю, что диссертационная работа Айнаукулова Жараса Жетыбаевича «Разработка информационной системы с использованием подхода искусственного интеллекта для оценки и прогнозирования поведения сложных объектов» несомненно может быть рекомендована к защите по специальности 6D070300 – Информационные системы.

Научный консультант,

Тимур Палташев, доктор технических наук

Старший менеджер по проектированию программных систем

Языки и компиляторы машинного обучения, разработка программного обеспечения машинного обучения (MLSE)

Группа искусственного интеллекта (AIG)

Advanced Micro Devices, Санта-Клара, Калифорния, США

+1 408-306-8508

Перевод документа с английского языка на русский язык выполнен переводчиком Даулеткеримовой Гульзады Абиевны, 30.05.1976 года рождения, индивидуальный идентификационный номер 760530402349, место рождения Карагандинская область.

Даулеткеримовна Гульзада Абиевна

город Алматы, Республика Казахстан,
третье апреля две тысячи двадцать шестого года.

Я, Иманкулова Венетта Ералина, нотариус города Алматы, действующая на основании государственной лицензии №17012498, выданной Министерством юстиции Республики Казахстан от 11 июля 2017 года, свидетельствую подлинность подписи переводчика Даулеткеримовой Гульзады Абиевны. Личность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены.

Зарегистрировано в реестре за №521

Взыскано: согласно ст. 30-1 ЗРК «О Нотариате»

Нотариус



[Handwritten signature of Venetta Yerulina]



ST0505872260403104128B237075

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия



Неқаралған және тігілген
Промышленности
наименование
наименование
наименование

