

ОТЗЫВ

Научного консультанта

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 последнее время беспилотные летательные аппараты - БПЛА, они же БЛА или *летающие дроны* (от англ. *drone Bee* – пчела трутень), стали весьма популярны и востребованы в различных областях народного хозяйства. Так, с помощью БПЛА можно контролировать состояния дорожных покрытий, выполнять экологический мониторинг локальных территорий, отслеживать таяние ледников, состояния моренных озер и снежного покрова, динамику аридных территорий в труднодоступных областях РК. Использование дронов позволяет сопровождать работы в карьерах, отслеживанием топографию местности, оценивать объемы оползней и обвалов, контролировать состояния хвостохранилищ, обнаруживать утечки газа с помощью тепловизионной съемки трубопроводов. Они незаменимы и как источник ДДЗ промежуточных масштабов, в задачах, когда доступная спутниковая информации дает крупномасштабную текстуру поверхности, а карта сигнатур (признаков) построена на цифровых HR-снимках. Примером может служить оценка качества растительности джайлау по мультиспектральным 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 активной неоднородной воздушной среде, особенно в предгорной и горной местности. Здесь, БПЛА должен уметь «без учителя» адаптировать заданную схему съемки к переменным условиям окружения. Замечу, что эта задача сложнее чем расчет орбиты КА для достижения астероида: законы небесной механики гарантируют здесь устойчивость решения на огромные промежутки времени, кроме того накопленные ошибки можно скорректировать. Полет легкого БПЛА с его ограниченным энергетическим ресурсом и форсинга со стороны турбулентных потоков приземного слоя атмосферы во многом усложняет задачу управления. Фактически, имеются две сложных взаимосвязанных системы: многомерный поток изображений ландшафта, полученный при мониторинге и динамика БПЛА в случайной активной атмосферной среде. Понятно, что в этой ситуации оптимальное управление дроном должно быть основано на методах параллельной обработки информации большого объема потока данных. Здесь необходимы

методы Нейрокомпьютинга, т.е. вычислений на искусственных нейронных сетях. Поэтому, выбранная соискателем тема исследований, несомненно имеет практическую и теоретическую актуальность.

Понятно, что такая тема обязана иметь 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 ГИС-БПЛА для оперативной диагностики картографических данных. В качестве примера, соискатель приводит созданные им предметно ориентированные ГИС: «Сайран», «Алатау», «Курганы», «Отвалы». Следует отметить также оригинальную разработку «Планировщик полетов». 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 большую работу по выбору теоретических концепций управления дроном, адаптированными к широкому спектру практических задач, и реализовал на практике большую часть разработанных концепций. Изложение результатов в тексте диссертации выполнено на высоком уровне технической строгости.

Учитывая изложенное выше, считаю, что диссертационная работа Айнакулова 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.

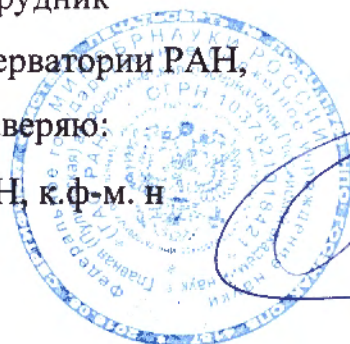
Научный консультант,

д.т.н. главный научный сотрудник

Главной (Пулковской) Обсерватории РАН,

Подпись Макаренко Н.Г. заверяю:

Ученый секретарь ГАО РАН, к.ф.-м. н



Макаренко Н.Г.

Барсунова О.Ю.