

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации **Максимовой Софьи Евгеньевны**  
«Разработка методики геоинформационного моделирования воздушного пространства для построения оптимальных маршрутов беспилотных воздушных судов гражданской авиации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности

### **1.6.20. Геоинформатика, картография (технические науки)**

#### **1. Актуальность работы**

Современные беспилотные авиационные системы далее являются эффективным средством решения научных и практических задач. Актуальность их внедрения и применения подтверждается научными публикациями. В Российской Федерации накоплен огромный опыт выполнения авиационных работ беспилотными воздушными судами, однако коммерческие воздушные перевозки данными транспортными средствами не столь широко распространены. В целях подготовки к безопасному и эффективному выполнению полетного задания требуется изучить значительный объем информации о соответствующем сегменте воздушного пространства, участке территории (акватории), о предполагаемых событиях и деятельности во время выполнения планируемого полета.

Одним из инструментов решения задач в области применения и эксплуатации различных видов транспорта являются геоинформационные системы (далее – ГИС). ГИС применяются как для построения оптимальных маршрутов перемещения наземного транспорта, так и для пилотируемых воздушных судов. Создание инструмента автоматизированного построения оптимального маршрута полета БВС из точки старта в точку назначения существенно упростит их применение. Для функционирования такого инструмента необходимо создать корректную ситуационную модель соответствующего сегмента воздушного пространства. Поэтому диссертационная работа Максимовой Софьи Евгеньевны решает актуальную научно-практическую задачу по обеспечению функционирования инструментов построения оптимальных маршрутов беспилотных воздушных судов гражданской авиации с помощью адекватного аппарата геоинформационного ситуационного пространственно-временного моделирования сегмента воздушного пространства в виде графа пространственных данных, сохраняющего структуру воздушного пространства, доступного для планирования перемещения БВС..

#### **2. Научная новизна результатов исследования**

Полученные результаты диссертационного исследования обладают научной новизной:

– разработанная геоинформационная модель воздушного пространства обеспечивает возможность моделирования в среде тематического проекта полнофункциональной геоинформационной системы допустимой зоны перемещения беспилотного воздушного судна, получаемой целевым комбинированием и адаптацией известных способов геоинформационного

моделирования пространственных объектов и явлений в отношении ограничений в сегменте воздушного пространства, но отличающаяся от существующих моделей воздушного пространства для эксплуатантов беспилотных воздушных судов возможностью селектирования ограничивающих элементов, актуальных для конкретного полета;

– разработанная методика оценки пространственной обстановки БВС-активности и выработки пространственно-содержательных рекомендаций отличается от существующих методик оценки рисков в гражданской авиации дискретизацией пространства и оси времени с последующим вычислением количественного показателя оценки риска в каждой информационной единице пространственно-временной модели, что обеспечивает геоинформационную поддержку деятельности эксплуатанта БВС по вычислению оптимальных маршрутов БВС из точки старта в точку назначения.

### **3. Теоретическая значимость и практическая ценность**

Разработанный модельно-методический аппарат геоинформационного моделирования развивает научные и методические основы геоинформатики тем, что:

– вкладывает интерпретацию восприятия эксплуатантом беспилотных авиационных систем в геоинформационную ситуационную модель соответствующего сегмента воздушного пространства;

– вносит динамику ситуационного моделирования сегмента воздушного пространства;

– структурирует систему поддержки принятия решений эксплуатанта беспилотных авиационных систем для планирования маршрутов полетов.

Диссертационная работа Максимовой Софьи Евгеньевны решает важную научно-практическую задачу создания системы планирования маршрутов полетов беспилотных воздушных судов тематическим геоинформационным моделированием воздушного пространства в интересах соответствующего эксплуатанта в целях расширения возможностей коммерческих воздушных перевозок.

Практическая ценность работы определяется способностью модельно-методического аппарата организации регулирования перемещения БВС в пространстве рискованной БВС-активности, модель которого построена над территорией существующего географического объекта и используется для вычисления оптимальных маршрутов перемещения БВС из точки старта в точку назначения.

Результаты работы апробированы на 8 научно-практических конференциях. Актуальность подтверждена применением в двух научно-исследовательских работах, продемонстрировавшим существенный практический эффект. При этом внедрение геоинформационной модели операционного и функционального пространства рискованной БВС-активности позволило повысить показатель своевременности вычисления оптимального маршрута БВС. Внедрение методики оценки пространственной обстановки и выработки пространственно-содержательных рекомендаций регулирования БВС-активности позволило увеличить показатель полноты оперативного представления и анализа ситуации в

воздушном пространстве.

Результаты работы могут быть использованы в производственной деятельности эксплуатантов беспилотных авиационных систем и разработчиков дронопортов, внедрены в образовательную деятельность двух учреждений высшего образования. Основные результаты исследования опубликованы в 13 научных статьях, из них 5 в изданиях из перечня ВАК. Автором получены два свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

#### **4. Замечания по автореферату**

В качестве замечаний по автореферату диссертации следует отметить:

1) В автореферате было бы желательно более полно привести описание моделирования ограничений, связанных с соблюдением норм эшелонирования воздушных судов, соответствующей иллюстрацией;

2) Не в полной мере обоснована организация геоинформационной поддержки эксплуатанта БВС в условиях максимальной потребности геопро пространственного анализа обстановки на объекте моделирования;

3) Из автореферата неясно, какие именно эксплуатационные особенности беспилотных авиационных систем делают невозможным применение методов оценки георисков для пилотируемой авиации;

4) В автореферате отдельные математические формулы нуждаются в более подробном пояснении.

Данные замечания не влияют на общий высокий уровень выполненной работы. Диссертационное исследование и его результаты обладают новизной, обоснованностью, достоверностью, теоретической и практической значимостью.

#### **5. Заключение**

Диссертация Максимовой Софьи Евгеньевны представляет собой законченную, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу. Диссертационная работа «Разработка методики геоинформационного моделирования воздушного пространства для построения оптимальных маршрутов беспилотных воздушных судов гражданской авиации» соответствует требованиям пп.9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Соискатель Максимова Софья Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.6.20. Геоинформатика, картография.

Я, Вандышева Наталья Михайловна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

ФИО: Вандышева Наталья Михайловна

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Должность: ведущий научный сотрудник Управления научно-технического развития и инноваций в сфере геодезии, картографии и геоинформационных

технологий.

Место работы: Публично-правовая компания «Роскадастр»

Адрес: г. Москва, Орликов пер., 10, стр. 1.

Сайт: <https://lkkadastr.ru/>

Телефон: +7(495) 587-80-80 , доб. 5425

Эл. Почта: vandyshewanm@kadastr.ru

Ведущий научный сотрудник,  
к.ф.-м.н.

Н.М. Вандышева

« 03 » 03 2026 г.

Подлинность подписи Вандышевой Натальи Михайловны подтверждаю.

Ведущий специалист по кадрам отдела кадрового обеспечения центрального аппарата ППК «Роскадастр»

И.Г. Абрамова

