

## 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)

**Актуальность работы.** На современном этапе развития общества продолжается информатизация различных сфер жизни, в том числе сферы применения беспилотного транспорта. Геоинформационные системы (ГИС) применяются для решения широкого круга научных и практических задач, в том числе для создания среды функционирования инструментов и алгоритмов вычисления оптимальных маршрутов перемещения различных видов транспорта. В отличие от многих видов транспорта, беспилотные воздушные суда (БВС) перемещаются в пространстве не только по фиксированной инфраструктуре, но и вне ее. Диссертационное исследование Максимовой С.Е. нацелено на разработку специального модельно-методического аппарата пространственно-временного представления, анализа и автоматизированного управления деятельностью эксплуатанта БВС. В рамках разработки данного модельно-методического аппарата выполняется разработка геоинформационной модели операционного и функционального пространства рисков БВС-активности (поскольку деятельность по применению и эксплуатации БВС является высокорисковой как для самого БВС, так и для внешней среды), методику оценки геопространственной обстановки и выработки пространственно-содержательных рекомендаций в интересах регулирования, планирования и координирования деятельности эксплуатанта БВС.

**Научная новизна результатов исследования.** На защиту выносятся обладающая научной новизной геоинформационная модель воздушного пространства БВС-активности эксплуатанта гражданской авиации в виде регулярного взвешенного графа пространственных данных, которая обеспечивает возможность применять инструменты на основе широко известных алгоритмов, таких, как алгоритм Дейкстры, Белмана-Форда, Флойда-Уоршелла, волновой алгоритм Ли и другие, вычисляющих оптимальный маршрут передвижения из точки старта к месту назначения именно по графу. Существующие геоинформационные модели воздушного пространства, доступные массовому пользователю, использующему БВС в производственной и бытовой деятельности, предоставляют возможность визуализации структуры воздушного пространства и дополнительной информации, но не предназначены для применения инструментов вычисления оптимальных маршрутов данных транспортных средств.

Также на защиту выносятся обладающая научной новизной методика оценки пространственной обстановки БВС-активности и выработки пространственно-содержательных рекомендаций, отличающаяся от традиционных методик оценки рисков в гражданской авиации анализом разнородной пространственно-временной информации о факторах опасности с последующим вычислением количественного значения оценки риска в дискретных ячейках модели сегмента воздушного пространства в соответствующие периоды времени. Данная методика позволяет применять на практике подход к оценке рисков выполнения полетного задания, который является универсальным.

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

В развитие научных и методических основ геоинформатики разработанный модельно-методический аппарат привносит интерпретацию информации о воздушном пространстве или его сегменте эксплуатантом беспилотного воздушного судна в форме тематической пространственно-временной модели.

Диссертационная работа Максимовой Софьи Евгеньевны решает важную научно-практическую задачу создания и поддержки геоинформационной модели воздушного пространства или его сегмента, пригодной для вычисления оптимальных маршрутов беспилотных воздушных судов гражданской авиации, учитывающей интерпретацию информации о сегменте воздушного пространства в контексте организации деятельности по перемещению беспилотных воздушных судов гражданской авиации с позиции конкретного эксплуатанта.

Достоверность результатов работы подтверждена апробацией на 8 научно-практических конференциях, публикацией результатов исследования в 13 научных статьях, из них 5 в изданиях из перечня ВАК, получены два свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Результаты работы внедрены в образовательную деятельность двух образовательных учреждений высшего образования, производственную деятельность эксплуатантов беспилотных авиационных систем и разработчиков дронопортов, две научно-исследовательские работы, что увеличило показатель своевременности вычисления оптимального маршрута БВС на 10% (в рамках 5-го этапа НИР «Пунктир»), а также показатель полноты оперативного представления и анализа ситуации в воздушном пространстве на 14-19% (2-й этап НИР «Исследования и анализ современного состояния отечественных и зарубежных технических средств гидрометеорологии и океанологии, применяемых в интересах ВМФ, определение путей их развития»).

**Замечания по автореферату.** Следует отметить некоторые недостатки автореферата:

– В геоинформационной методике выработки пространственно-содержательных рекомендаций не детализирован переход к регламентам деятельности непосредственных исполнителей управленческих процессов;

– Было бы желательно в тексте автореферата пояснить, почему автор считает наклонные отрезки графа пространственных данных в модели сегмента воздушного пространства не обязательными, а опциональными;

– В тексте автореферата недостаточно развернута процедура вычисления оптимального маршрута БВС;

– Из автореферата диссертации неясно, почему для апробации методики выбран сегмент воздушного пространства над территорией железнодорожной станции

Вышеуказанные недостатки автореферата не являются значительными и не снижают общий высокий уровень диссертационного исследования, а также не препятствуют уяснению сути полученных автором результатов.

**Заключение.** Диссертационное исследование в полной мере обладает новизной, теоретической и практической значимостью, обоснованностью и достоверностью результатов. Диссертация Максимовой Софьи Евгеньевны «Разработка методики геоинформационного моделирования воздушного пространства для построения оптимальных маршрутов беспилотных воздушных судов гражданской авиации» представляет собой законченную, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, соответствует требованиям пп.9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Соискатель Максимов Софья Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.6.20. Геоинформатика, картография.

Я, Астраханцев Владимир Дмитриевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Астраханцев Владимир Дмитриевич, ученая степень кандидат технических наук

(1.6.22.Геодезия), доцент кафедры «Инженерная геодезия».

Почтовый адрес организации: 630049, Россия, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», кафедра «Инженерная геодезия»

Контактный телефон организации: + 7(383)328-04-70

Сайт: [http:// stu.ru](http://stu.ru)

Эл. почта: [rectorat@sgups.stu.ru](mailto:rectorat@sgups.stu.ru)

Доцент, к.т.н, доцент

« 02 » марта 2026 г.



В.Д. Астраханцев

Подпись Астраханцева В.Д. заверяю:

