

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание ученой степени доктора философии (PhD) 6D071100 – Геодезия

Ержанқызы Айнур

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЦМР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОДОРОГ

Особенностью цифровых моделей рельефа для проектирования и реконструкции автомобильных дорог является их высокая точность и детальность, что связано с необходимостью обеспечения автоматизации работы строительной техники на площадке и оперативного выполнения геодезического исполнительного контроля результатов проведенных работ.

Актуальность темы. Последние десятилетия характеризуются интенсивным внедрением высокотехнологичных средств и оборудования в процессы строительства и реконструкции автомобильных дорог. Особенно влияние данных технологий ощущается при строительстве современных высокоскоростных автомагистралей и глобальных транспортных коридоров, которые в том числе проходят через территорию Республики Казахстан. Применение методов современного цифрового проектирования, технологий строительства автодорог становится невозможным без внедрения и всестороннего использования технологий и инновационных геопространственных методов, которые являются основой всех дальнейших этапов строительства. Геопространственной основой проектирования и реконструкции автомобильных дорог является цифровая модель рельефа. Создание цифровых моделей рельефа осуществляется с использованием передовых методов и технологий сбора геопространственных данных к которым относятся геодезические методы, включающие различные виды топографической съемки с использованием электронных тахеометров и глобальных систем спутниковой навигации, фотограмметрические методы наземной и аэросъемки, методы воздушного и наземного лазерного сканирования, а также картографический метод, использующийся при наличии архивных картографических данных.

Проблеме создания цифровых моделей рельефа посвящены работы ученых Hofgman H, Young Hu. Задача сбора и анализа данных, как основы для создания цифровых моделей рельефа отображены в работах Шульц Р.В., Середовича В.А.

Существующие методы и технологии создания цифровых моделей рельефа разработаны для решения топографических и картографических задач и

призваны удовлетворить требованиям к созданию и обновлению топографических карт. Эти требования в свою очередь регламентируются нормами к созданию и обновлению топографических карт и планов (точность отображения рельефа местности, соответственно $1/3 - 1/4$ от высоты сечения рельефа местности, что даже для равнинной местности не превышает 7,5 см), которые не соответствуют строительным нормам, которые зачастую требуют более высокой точности и детальности (до 10 см при проектировании, и до 5 мм при реконструкции). С другой стороны, получившие на сегодняшний день широкое распространение технологии наземного лазерного сканирования, аэросъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов, и воздушного лазерного сканирования, позволяют достичь указанных выше требований, но не отображены должным образом в строительных нормативных документах, в которых отсутствуют разработанные технологии, критерии и рекомендации по применению этих технологий. В следствии этого, внедрение этих технологий в практику выполнения высокоточных строительных работ сдерживается отсутствием взаимосогласованных нормативных требований, которые в свою очередь должны быть обеспечены разработанной методикой и технологией создания цифровых моделей рельефа для решения задач проектирования и реконструкции автомобильных дорог.

Таким образом, достижение указанной цели диссертационного работы связано с исследованием современных методов и технологий сбора геопространственных данных для создания цифровых моделей рельефа, а также усовершенствованием существующих математических моделей построения цифровых моделей рельефа, что в комплексе является актуальной задачей, решение которой имеет научную и высокую практическую ценность.

Цель исследования – является разработка методики и усовершенствование технологий создания цифровых моделей рельефа для решения задач проектирования и реконструкции автомобильных дорог

Объект исследования – цифровые модели рельефа автомобильных дорог города Алматы

Предмет исследования – методы и модели создания ЦМР для проектирования и реконструкции автодорог

В соответствии с темой диссертационного исследования, в работе поставлены и решены следующие **задачи исследования**

1. Разработка технологических схем сбора данных и геодезического обеспечения создания цифровых моделей рельефа при проектировании и реконструкции автодорог с использованием аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов и наземного лазерного сканирования.

2. Исследование точности получения исходных геопространственных данных для создания цифровых моделей рельефа методами аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов и наземного лазерного сканирования.

3. Усовершенствование методики выбора метода построения цифровых моделей рельефа.

Методы исследования позволяют достичь цели поставленной в диссертационной работе и раскрыть суть и содержание полученных научных результатов. Использован комплексный метод исследований, который включает: анализ литературных источников по применению технологии аэросъемки и наземного лазерного сканирования; моделирование различного рельефа местности; интерполяцию данных и построение цифровых моделей рельефа.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Технологическая схема сбора данных и геодезического обеспечения, основанная на интеграции аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и лазерного сканирования, заключается в объединении двух методов для достижения максимальной точности и детализации геопространственных данных в зависимости от характера рельефа

2. Методика исследования точности исходных геопространственных данных для создания цифровых моделей рельефа методами аэросъёмки с беспилотных летательных аппаратов и наземного лазерного сканирования

3. Методика построения цифровых моделей рельефа, обеспечивающая требуемую точность, соответствующую стандартам проектирования и реконструкции дорог.

Научная новизна

1. Усовершенствована технология сбора данных для создания цифровых моделей рельефа при проектировании и реконструкции автодорог с использованием аэросъёмки с беспилотных летательных аппаратов и наземного лазерного сканирования.

2. Разработана методика исследования математических моделей построения цифровых моделей рельефа методом математического моделирования и исследования точности исходных геопространственных данных для создания цифровых моделей рельефа

3. Усовершенствована методика выбора метода построения цифровых моделей рельефа.

Практическая значимость заключается в:

Улучшение точности цифровых моделей рельефа (ЦМР):

Разработанные методические подходы и алгоритмы позволяют повысить точность ЦМР, что особенно важно для проектирования и строительства инфраструктурных объектов.

Внедрение новых методов обработки данных, полученных с различных высот полета, обеспечивает более точное и детализированное представление рельефа. Предложенные методики и рекомендации позволяют снизить трудоемкость и стоимость создания ЦМР за счет оптимального выбора высоты полета и технологий съемки.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: применением теории ошибок измерений для исследования точности различных методов сбора геопространственных данных, статистических методов, в том числе аналитического моделирования для исследования математических моделей построения цифровых моделей рельефа, а также метод сравнительного анализа для определения лучшего метода и технологии геодезического обеспечения создания цифровых моделей рельефа.

Личный вклад автора заключается в проведении анализа существующих исследований и публикаций по методам создания и оценки цифровых моделей рельефа (ЦМР). Сформулированы практические рекомендации по выбору оптимальных методов и высот полета для создания ЦМР в зависимости от специфики задач и условий территории

Выводы и заключение Разработаны новые методические подходы к созданию ЦМР с учетом специфики различных высот полета и источников данных.

Предложены алгоритмы для повышения точности и эффективности обработки данных, полученных с помощью различных методов съемки.

Разработаны рекомендации по камеральной обработке данных и интеграции различных источников информации для повышения точности, и полноты ЦМР.

Разработана технология сбора, основанная на аэросъемке с беспилотных летательных аппаратов и наземном лазерном сканировании, обеспечивает высокую точность и детализацию геопространственных данных путем интеграции воздушных и наземных данных улучшает качество проектирования, сокращая время на сбор данных на 20% и минимизирует ошибки при реконструкции и строительстве автодорожной инфраструктуры за счет оптимального выбора высоты полета с учетом рельефа и методов съемки.

Публикации и апробация работы. По материалам диссертационной работы опубликовано 9 печатных работ, в том числе: одна статья в международном рецензируемом научном журнале, имеющем импакт-фактор, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Himychoho Universytetu (база Scopus Q2); три статьи в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования МНВО РК; четыре статьи в сборниках международных конференций, форумов и конгрессах.

Результаты исследований внедрены в учебный и производственный процесс, подтверждаются соответствующими Актами.

Работа выполняется в рамках программы целевого финансирования ИРН проекта: BR21882179 «Разработка прогнозно-поисковых решений для геологического картирования рудных залежей наземно-космическими методами». В рамках данного проекта одно из направлений заключается в создании высокоточных цифровых моделей рельефа (ЦМР), которые не только отображают топографические особенности, но и выявляют линейные и

структурные элементы, важные для формирования рудных залежей. Эти модели служат базой для лианиментного анализа, используемого для определения тектонических нарушений и структурных линий, указывающих на возможные рудные месторождения. Точность ЦМР, разработанных в проекте, значительно повышает качество прогноза и анализа рудных залежей, способствуя более эффективному поиску перспективных участков для геологоразведки.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных литературы. Работа изложена на 110 страницах машинописного текста, содержит 36 таблиц, 55 рисунков, список литературы из 120 наименований.