

**Письменный отзыв**  
**официального рецензента на диссертационную работу Ержанкызы Айнура на тему «Разработка методики и технологии создания ЦМР при проектировании и реконструкции автомобильных дорог», представленную на соискание степени доктора философии PhD по специальности 6D071100- Геодезия**

| № п/п | Критерии   | Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)  | Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)  |
|-------|--|--|--|
| 1.    | Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам | 1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:<br>1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы);<br>2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы);<br>3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление). | Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки, утвержденным Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан. Исследование направлено на разработку технологий создания цифровых моделей рельефа, что способствует внедрению инноваций и цифровизации в инфраструктурное проектирование, включая задачи проектирования и реконструкции автомобильных дорог.<br>Результаты работы ориентированы на решение актуальных научных и прикладных задач, связанных с повышением точности геопространственных данных и оптимизацией проектных решений, что полностью соответствует современным запросам в области инфраструктурного развития. |
| 2.    | Важность для науки   | Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.   | Результаты диссертационного исследования обладают высокой научной и практической значимостью, делая весомый вклад в совершенствование подходов к созданию цифровых моделей рельефа (ЦМР). Автором разработаны инновационные методы интеграции данных аэросъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов и лазерного сканирования, обеспечивающие необходимую точность и детализацию для решения задач инфраструктурного проектирования.   |

|    |                              |   |   |
|----|------------------------------|---|---|
|    |                              |   | Предложены эффективные алгоритмы выбора технологий моделирования, адаптированные к требованиям современных строительных норм, а также усовершенствованы подходы к геодезическому сопровождению проектирования автомобильных дорог. Эти разработки способствуют не только повышению точности проектных решений, но и оптимизации процессов строительства и реконструкции, подчеркивая значимость работы для научного сообщества и строительной отрасли.  |
| 3. | Принцип самостоятельности    | Уровень самостоятельности:<br>1) высокий;<br>2) средний;<br>3) низкий;<br>4) самостоятельности нет.         | Диссертационная работа выполнена полностью самостоятельно, и вклад диссертанта Ержанкызы А. можно оценить как значимый. Автор самостоятельно провел сбор и анализ литературных источников на русском и английском языках, охватывающих современные технологии геопространственного анализа и цифрового моделирования рельефа. Были сформулированы задачи исследования, направленные на разработку методик и технологий построения высокоточных цифровых моделей рельефа. Диссертантом выполнена систематизация существующих методов создания цифровых моделей рельефа. Автор разработал новые подходы к выбору оптимальных методов обработки данных и определил параметры, обеспечивающие максимальную точность моделей. В процессе работы были проведены экспериментальные исследования в условиях городской инфраструктуры Алматы, на основании которых построены цифровые модели рельефа с использованием современных технологий. По результатам исследований разработаны практические рекомендации по оптимизации геодезических процессов для проектирования и реконструкции автомобильных дорог. |
| 4. | Принцип внутреннего единства | 4.1 Обоснование актуальности диссертации:<br>1) обоснована;<br>2) частично обоснована;<br>3) не обоснована. | Актуальность диссертации подтверждается необходимостью разработки и внедрения современных технологий для создания цифровых моделей рельефа (ЦМР), отвечающих требованиям проектирования и реконструкции автомобильных дорог. Тема исследования соответствует  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  |   | <p>приоритетным задачам научно-технического прогресса, направленным на повышение точности и эффективности геодезических процессов с использованием интеграции данных аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и лазерного сканирования.</p> <p>Исследование затрагивает вопросы совершенствования технологий обработки и анализа геопространственных данных, которые имеют широкое применение в инфраструктурных проектах. Разработанные в работе методики и подходы не только актуальны, но и ориентированы на решение задач цифровизации и модернизации строительной отрасли. Таким образом, актуальность темы исследования полностью обоснована как с научной, так и с практической точек зрения.</p>  |
|  |  | <p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) отражает;</li> <li>2) частично отражает;</li> <li>3) не отражает.</li> </ol> | <p>Содержание диссертации полностью соответствует заявленной теме исследования. В работе всесторонне раскрыты методы и технологии создания цифровых моделей рельефа (ЦМР) с использованием современных геодезических и фотограмметрических методов. Первая глава посвящена анализу методов и технологий сбора данных для создания ЦМР. Рассмотрены тахеометрическая съемка, ГНСС-технологии, лидарные технологии, а также сравнительный анализ современных подходов, включая аэросъемку с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Особое внимание уделено проблемам и перспективам применения инновационных технологий для задач проектирования и реконструкции.</p> <p>Во второй главе представлены исследования методов сбора геопространственных данных. Описаны нормативные требования, методики создания ЦМР.</p> <p>Третья глава включает разработку моделей ЦМР, анализ практического внедрения технологий БПЛА и оценку достоверности и экономической эффективности предложенных методик.</p> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |   | <p>Таким образом, содержание диссертации логично структурировано, каждая глава направлена на раскрытие ключевых аспектов темы, что полностью соответствует заявленной цели исследования.</p>   |
|  | <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) соответствуют;</li> <li>2) частично соответствуют;</li> <li>3) не соответствуют.</li> </ol>   | <p>Цель и задачи исследования четко определены и полностью согласуются с темой диссертационной работы. Поставленные задачи направлены на разработку и оптимизацию методов создания цифровых моделей рельефа (ЦМР) для проектирования и реконструкции автомобильных дорог.</p>  |
|  | <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) полностью взаимосвязаны;</li> <li>2) взаимосвязь частичная;</li> <li>3) взаимосвязь отсутствует.</li> </ol>               | <p>Введение работы четко формулирует актуальность темы, цель и задачи исследования, которые затем подробно раскрываются в основных главах. Каждая глава последовательно связана с предыдущей, обеспечивая логическую структуру изложения.</p> <p>В первой главе анализируются современные методы и технологии сбора данных для создания цифровых моделей рельефа (ЦМР), что создает теоретическую основу для исследования. Во второй главе рассматриваются методы сбора и обработки данных, а также представлена разработка технологий для интеграции геодезических и фотограмметрических подходов. Третья глава посвящена разработке моделей ЦМР, их проверке на достоверность и экономической эффективности, а также практическим рекомендациям по применению предложенных решений.</p> <p>Такая структура обеспечивает целостность исследования и последовательное достижение поставленных целей.</p> |
|  | <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) критический анализ есть;</li> <li>2) анализ частичный;</li> </ol> | <p>Автором проведен критический анализ существующих методов и технологий создания цифровых моделей рельефа (ЦМР), включая тахеометрическую съемку, ГНСС-технологии, лидарное сканирование и аэросъемку с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). На основе этого анализа выявлены их сильные и слабые стороны, что позволило обосновать необходимость разработки новых подходов.</p>  |

|    |                         |  |  |
|----|-------------------------|--|--|
|    |                         | <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;</p> <p>4) анализ отсутствует.</p>  | <p>Предложенные автором методики, включая интеграцию данных аэросъемки и лазерного сканирования, аргументированы сравнением точности, детализации и экономической эффективности с существующими решениями. Разработанные алгоритмы выбора оптимальных технологий моделирования обеспечивают соответствие современным строительным стандартам</p>   |
| 5. | Принцип научной новизны | <p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p> | <p>Научные результаты и положения, представленные в диссертации, обладают полной новизной. Автором разработаны инновационные подходы к интеграции данных аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и наземного лазерного сканирования для создания цифровых моделей рельефа (ЦМР), что ранее не применялось в комплексной форме.</p> <p>Разработаны оригинальные алгоритмы выбора оптимальных методов моделирования, которые соответствуют современным строительным стандартам и обеспечивают высокую точность геопространственных данных. Кроме того, предложены новые подходы к анализу и обработке данных, что позволяет улучшить детализацию моделей и адаптировать их к задачам проектирования и реконструкции инфраструктурных объектов.</p> |
|    |                         | <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%).</p>             | <p>Выводы диссертации обладают новизной и уникальностью, поскольку в работе предложена и обоснована оптимальная методика создания цифровых моделей земной поверхности для линейных протяженных объектов. Эта методика сочетает высокую точность результата с сокращением экономических и трудовых затрат, что ранее не реализовывалось в комплексной форме.</p> <p>Проведенные исследования включают анализ мирового опыта использования снимков, полученных с БПЛА, для построения цифровых моделей местности, а также теоретическое обоснование оптимального размещения сети опорных и контрольных точек. Автором установлено влияние точности геопозиционирования снимков на</p>  |

|    |                                 |   |  |
|----|---------------------------------|---|--|
|    |                                 |   | <p>погрешности фотограмметрической обработки, что позволило предложить инновационный подход к улучшению точности моделей.</p> <p>Выводы работы подтверждаются экспериментальными данными, демонстрирующими достижение разрешения цифровых моделей земной поверхности с точностью выше 10 см. Эти результаты подтверждают новизну и значимость предложенных решений для применения в геодезии и проектировании линейных объектов.</p>   |
|    |                                 | <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) полностью новые;</li> <li>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%).</li> </ol> | <p>Технологические решения включают разработку оптимального размещения сети опорных и контрольных точек для повышения точности геопозиционирования. Экономическая эффективность обеспечивается за счет минимизации количества опорных точек и использования автоматизированных методов обработки данных. Управленческие аспекты связаны с адаптацией методики для применения в линейных инфраструктурных проектах, что упрощает процесс проектирования и контроля.</p> <p>Таким образом, предложенные в работе решения обладают полной новизной и являются обоснованными с научной и практической точек зрения.</p>  |
| 6. | Обоснованность основных выводов | <p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).</p>  | <p>Все основные выводы диссертационной работы имеют высокую степень обоснованности, основанную на теоретических и экспериментальных исследованиях. Выводы подтверждаются анализом мирового опыта применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для создания цифровых моделей земной поверхности, теоретическим обоснованием оптимального размещения сети опорных и контрольных точек, а также экспериментальными данными, демонстрирующими достижение требуемой точности моделей.</p> <p>Использование современных фотограмметрических методов обработки данных и передовых технологий обеспечило достоверность и воспроизводимость результатов, что</p> |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    |   |  | подчеркивает надежность и научную обоснованность сделанных выводов. Все положения работы соответствуют современным требованиям к научным исследованиям и обладают высокой степенью доказательности.  |
| 7. | Основные положения, выносимые на защиту | <p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано;</p> <p>5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) широкий;</p> <p>4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> | <p>Представленные положения обладают новизной и направлены на решение актуальных задач, связанных с проектированием и реконструкцией автомобильных дорог. Разработанная технологическая схема интеграции данных, методика анализа точности геопространственной информации и усовершенствованная методология построения цифровых моделей рельефа характеризуются широкими возможностями применения. Это подчеркивает их значимость для реализации инфраструктурных проектов и соответствие современным строительным нормам. Выносимые положения прошли апробацию через обсуждения на кафедре, публикации в международных и отечественных рецензируемых изданиях, а также на профильных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, включая одну статью в международном журнале, индексируемом в базе Scopus (Q2).</p> |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  | <p>1) да;<br/> 2) нет;<br/> 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.</p>  |  |
| 8. | <p>Принцип достоверности.<br/> Достоверность источников и предоставляемой информации</p> | <p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:<br/> 1) да;<br/> 2) нет.</p>   | <p>Примененная в диссертационной работе методология отличается высоким уровнем обоснованности и детализированным описанием. В основе исследования лежит комплексный подход, включающий использование современных методов сбора и обработки геопространственной информации, таких как аэросъемка с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), лазерное сканирование и интерполяция данных для построения цифровых моделей рельефа (ЦМР).<br/> Теоретическое обоснование выбранных методов, их экспериментальная проверка и адаптация к задачам проектирования и реконструкции автомобильных дорог подтверждают корректность и надежность методологических решений. Такой подход обеспечивает высокую точность и достоверность данных, что является ключевым для успешного решения исследовательских задач и достижения целей работы.</p> |
|    |  | <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:<br/> 1) да;<br/> 2) нет.</p> | <p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий.<br/> Исследование основано на применении передовых методов сбора и анализа геопространственных данных. Эти инструменты обеспечили высокую точность обработки данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и наземного лазерного сканирования.<br/> Применение компьютерных технологий позволило интегрировать и обрабатывать данные различной природы, интерполировать информацию и создавать высокоточные цифровые модели рельефа (ЦМР), адаптированные для задач</p>  |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | <p>проектирования и реконструкции автомобильных дорог. Использование современных подходов гарантирует достоверность результатов и их соответствие требованиям современного проектирования.</p>  |
|  |  | <p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) да;</li> <li>2) нет.</li> </ol> | <p>Теоретические положения, представленные в диссертации, подтверждены результатами экспериментальных исследований, которые были проведены с использованием современных методов сбора и обработки геопространственных данных. Разработанные модели и выявленные закономерности прошли проверку на практике, что подтверждает их достоверность и применимость. Проведенные эксперименты включают тестирование методов интеграции данных аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и лазерного сканирования, а также оценку точности цифровых моделей рельефа в реальных условиях проектирования и реконструкции. Это обеспечивает надежную базу для обоснования выводов и подтверждает высокую степень их научной достоверности.</p> |
|  |  | <p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.</p>  | <p>Диссертационная работа выполнена на высоком уровне, соответствует современным научным требованиям и вносит значительный вклад в развитие технологий цифрового моделирования рельефа и их применения в инфраструктурных проектах. Работа демонстрирует качественный обзор современных технологий и методов, а также анализ их применения в задачах проектирования и реконструкции. Анализ дополнен рассмотрением международных практик и их влияния на развитие предложенных решений, что подчеркивает инновационность и уникальность разработок. Это обеспечивает научную и практическую ценность работы в контексте глобальных тенденций и актуальных задач инфраструктурного проектирования.</p>   |

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
|   |                               | 8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора.   | Анализ литературы выполнен на высоком уровне, с учетом ключевых теоретических и практических разработок, что обеспечивает полное раскрытие темы и обоснованность исследования. Источники представлены актуальными публикациями, включая рецензируемые научные статьи, монографии и материалы конференций, что подтверждает достаточность и качество литературного обзора.  |
| 9 | Принцип практической ценности | 9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:<br>1) да;<br>2) нет.   | Диссертация обладает значительным теоретическим значением, поскольку в работе разработаны и обоснованы новые подходы к созданию цифровых моделей рельефа (ЦМР), которые формируют основу для совершенствования теоретических положений в области геодезии и цифрового моделирования. Исследование раскрывает взаимосвязь точности исходных геопространственных данных с выбором методов их обработки и моделирования, что существенно углубляет научные представления о построении цифровых моделей высокого уровня детализации. Кроме того, предложенные методики интерполяции и интеграции данных расширяют область применения геопространственных технологий и позволяют учитывать особенности рельефа при решении задач проектирования и реконструкции инфраструктурных объектов. Эти теоретические разработки представляют собой значительный вклад в развитие современной геодезии и цифрового картографирования, а также открывают новые перспективы для будущих исследований и практического применения. |
|   |                               | 9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:<br>1) да;<br>2) нет. | Диссертация обладает значительной практической ценностью, а разработанные результаты имеют высокий потенциал для применения в реальных инфраструктурных проектах. Основные выводы и рекомендации направлены на совершенствование геодезических процессов, связанных с проектированием и реконструкцией автомобильных дорог, что делает их востребованными в строительной отрасли.  |

|     |                                 |  |  |
|-----|---------------------------------|--|--|
|     |                                 | <p>9.3 Предложения для практики являются новыми:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) полностью новые;</li> <li>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%).</li> </ol>  | <p>Рекомендации, представленные в диссертации, являются полностью новыми и ориентированы на повышение эффективности геодезических процессов, применяемых при проектировании и реконструкции автомобильных дорог. Автором разработана технологическая схема, которая объединяет методы аэросъемки с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и лазерного сканирования. Такой подход позволяет достичь высокой точности и детализации геопространственных данных, что способствует улучшению качества проектных решений и снижению вероятности ошибок в процессе строительства. Практическая ценность работы заключается в возможности внедрения предложенных решений в строительную сферу для выполнения сложных геодезических задач, а также для обеспечения контроля качества на всех этапах реализации инфраструктурных проектов.</p> |
| 10. | Качество написания и оформления | <p>Качество академического письма:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) высокое;</li> <li>2) среднее;</li> <li>3) ниже среднего;</li> <li>4) низкое.</li> </ol>   | <p>Качество академического письма диссертационной работы высокое. Текст диссертации написан на высоком академическом уровне, выдержан в профессиональном научно-техническом стиле и оформлен в соответствии с установленными нормативными требованиями. Автор демонстрирует отличное понимание предметной области, четко и последовательно излагает исследовательские выводы и результаты. Все разделы работы логически взаимосвязаны, что способствует ясности изложения и удобству восприятия текста. Использование актуального понятийного аппарата подчеркивает высокий научный уровень исследования. Работа также характеризуется строгой структурированностью и организованностью, что делает её доступной для восприятия широким научным сообществом.</p>   |
| 11. | Замечания к диссертации         | <p>Диссертационная работа выполнена на высоком уровне и соответствует современным научным требованиям, внося значительный вклад в развитие технологий цифрового моделирования рельефа и их применение в инфраструктурных проектах. В работе представлен качественный обзор современных технологий и подходов, однако для дальнейшего обогащения исследования полезно было бы усилить его за счет более глубокого анализа</p> |  |

|     |   |  |
|-----|---|--|
|     |   | зарубежного опыта в области цифрового моделирования рельефа. Расширение сравнительного анализа международных практик позволило бы подчеркнуть уникальность и инновационность предложенных решений, а также укрепить их научное и практическое обоснование.   |
| 12. | Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования) | <p>Научный уровень статей докторанта соответствует современным требованиям и международным стандартам. Публикации включают одну статью в журнале с импакт-фактором из базы Scopus (Q2), что подтверждает высокую значимость и международное признание результатов исследования.</p> <p>Четыре статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки, отражают глубокую методологическую проработку и прикладную направленность исследования. Дополнительно, результаты работы представлены на международных научных конференциях в виде четырех статей, что подчеркивает умение автора представлять научные идеи широкому сообществу.</p> <p>Все публикации охватывают ключевые теоретические и практические аспекты исследования, соответствуют заявленной теме диссертации и демонстрируют высокий профессиональный уровень докторанта.</p> |
| 13. | Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)  | Диссертационная работа на тему «Разработка методики и технологии создания ЦМР при проектировании и реконструкции автомобильных дорог» является завершенной научно-квалификационной работой, которая полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). Автор работы, Ержанкызы Айнур, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071100 — «Геодезия».  |

**Официальный Рецензент**  
**Доктор философии (PhD)**  
**Заведующая лабораторией «Управление геомеханическими процессами»,**  
**Институт им.Д.А.Кунаева**



**Алтаева А.А.**