

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **16.09.2025** года протокол № 9
о присуждении Долженко Александру Валериевичу, гражданину РФ, ученой
степени кандидата технических наук.

Диссертация «Управление жизненным циклом объекта строительства автоматизированной строительной-технической экспертизой плоских рулонных кровель» по специальности 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства принята к защите 08.07.2025 г. (протокол заседания №8) диссертационным советом 24.2.276.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ №247/нк от 14.02.2023 г.

Соискатель **Долженко Александр Валериевич**, 21 сентября 1982 года рождения, в 2005 г. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» с присвоением квалификации «инженер» по специальности «Промышленное и гражданское строительство». В 2019 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» с присвоением квалификации «магистр» по направлению подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры». В 2023 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства». В 2023 году успешно сдал кандидатские экзамены в соответствии с профилем диссертационной работы, а именно: история и философия науки (технические науки), иностранный язык (английский); специальные дисциплины – 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства. Работает в должности старшего преподавателя кафедры экспертизы и управления недвижимостью в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

Диссертация выполнена на кафедре экспертизы и управления недвижимостью федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Наумов Андрей Евгеньевич, работает в должности заведующего кафедрой экспертизы и управления недвижимостью федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Железнов Максим Максимович – доктор технических наук, доцент, работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» в должности профессора кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;

2. Горбанева Елена Петровна – кандидат технических наук, доцент, работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный технический университет» в должности доцента кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» в своем положительном отзыве, подписанном Шеиной Светланой Георгиевной, доктором технических наук (специальность 05.23.08 – Технология и организация строительства), профессором, заведующим кафедрой «Городское строительство и хозяйство» указала, что диссертационная работа Долженко Александра Валериевича на тему «Управление жизненным циклом объекта строительства автоматизированной строительно-технической экспертизой плоских рулонных кровель» является завершенной научно-квалификационной работой на актуальную тему. Работа обладает научной новизной и практической значимостью, выполнена на высоком исследовательском и аналитическом уровне, основные результаты работы имеют перспективы дальнейшего внедрения в отраслевую практику. Область исследований соответствует паспорту научной специальности 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства. Публикации автора полно и всесторонне отражают содержание диссертационной работы. По новизне, качеству, объему, актуальности, научной и практической значимости работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует пунктам 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор Долженко Александр Валериевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 6 статей в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 4 статьи в изданиях, индексируемых в наукометрической базе Scopus. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем работ – 11,78 усл. печ. л., личный вклад – 7,51 усл. печ. л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 10,86 усл. печ. л., личный вклад – 6,81 усл. печ. л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ:

1. Наумов, А.Е. Совершенствование технологии проведения строительнотехнических экспертиз с использованием аппаратно-программного комплекса автоматизированной дефектоскопии / А.Е. Наумов, Д.А. Юдин, А.В. Долженко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2019. – №4. – С. 61-69. (К1).

2. Наумов, А.Е. Интеллектуализация технологических процессов строительнотехнической экспертизы / А.Е. Наумов, Д.А. Юдин, А.В. Долженко [и др.] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2022. – №12. – С. 28-38. (К1).

3. Долженко, А.В. Повышение качества управления жизненным циклом плоских рулонных кровель совершенствованием инструментов оценки их физического износа / А.В. Долженко, А.Е. Наумов, О.А. Щенятский // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2023. – №6. – С. 48-54. (К1).

4. Долженко, А.В. Интеллектуализация строительнотехнической экспертизы кровель как инструмент управления ее жизненным циклом / А.В. Долженко, А.Е. Наумов, В.В. Строкова // Строительство и архитектура. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 42-50. (К3).

5. Долженко, А.В. Совершенствование методики цифровой оценки физического износа плоских рулонных кровель / В.В. Строкова, Р.В. Лесовик, А.Е. Наумов [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, №6. – 9 с. (К2).

6. Долженко, А.В. Рационализация строительнотехнической экспертизы цифровыми инструментами / А.В. Долженко, А.Е. Наумов, М.А. Щенятская // Недвижимость: экономика, управление. – 2024. – № S4. – С. 226-234. (К2).

В изданиях, индексируемых в наукометрической базе Scopus:

1. Software for roof defects recognition on aerial photographs / D. Yudin, A. Naumov, A. Dolzhenko [et al.] // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1015 (2018) 032152. – 9 p.

2. Yudin, D. A. The usage of grayscale or color images for facial expression recognition with deep neural networks / D.A. Yudin, A.V. Dolzhenko, E.O. Kapustina // Studies in Computational Intelligence. – 2020. – Vol. 856. – P. 271-281.

3. Yudin, D. Age and Gender Recognition on Imbalanced Dataset of Face Images with Deep Learning / D. Yudin, M. Shchendrygin, A. Dolzhenko // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1156. – P. 30-40.

4. Roof Defect Segmentation on Aerial Images Using Neural Networks / D.A. Yudin, V. Adeshkin, A.V. Dolzhenko [et al.] Studies in Computational Intelligence. – 2021. – Vol. 925 SCI. – P. 175-183. – DOI 10.1007/978-3-030-60577-3_20.

Объекты интеллектуальной собственности

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018618494 Российская Федерация. Программа сегментации дефектов кровли на аэрофотоснимках с применением полностью сверточной нейронной сети: №2018615810: заявл. 07.06.2018: опубл. 13.07.2018 / Д.А. Юдин, Е.Д. Патракова, А.В. Долженко, А.Е. Наумов; заявитель ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021614940 Российская Федерация. Программа распознавания дефектов кровли на изображениях и формирования отчетности: №2021614057: заявл. 24.03.2021: опубл. 31.03.2021 / Д.А. Юдин, А.В. Долженко, А.Е. Наумов, А.И. Поляков; заявитель ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. от Хазова Павла Алексеевича, канд. техн. наук (01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры), доцента (2.1.1 – Строительные конструкции, здания и сооружения), доцента кафедры «Теория сооружений и техническая механика», заведующего лабораторией «Непрерывный контроль технического состояния зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», замечания:

1. С какой целью величина «эпсилон» введена и в числитель, и в знаменатель формулы меры качества сегментации $Dice(1)$, стр. 11?

2. При описании алгоритма сегментации (стр. 10-11) не представлена информация об условиях и величине назначаемого порога бинаризации (пункт 3), значение которого существенно влияет на эффективность сегментации дефекта на изображении.

3. Слой G – Защитные элементы представлен в перечне уровней воздействия дефекта ПРК (стр. 9), однако ни один из приведенных в табл. 1 дефектов в воздействии на этом уровне не отмечен, следует ли его упоминать в таком случае?

4. На рис. 12-13 даны графики, описываемые более сложными уравнениями, нежели представленные на рис. 10 базовые полиномы аппроксимации, предлагаемые автором.

2. от Обайди Адхама Абдулсаттара Хамида, канд. техн. наук (2.1.14 – Управление жизненным циклом объектов строительства), инженера отдела строительства и проектов Университета Дияла (University of Diyala), Республика Ирак, замечания:

1. Неясно, чем подтверждается представленный уровень воздействия дефекта в таблице 1 (страница 9 автореферата) и может ли он изменяться при дальнейшей настройке системы к практическому использованию?

2. Из текста автореферата неясно, как осуществляется информационное наполнение параметрических моделей Grasshopper (рисунок 5, страница 13) в процессе автоматизированного мониторинга ПРК оборудованием БАС?

3. от Рапацкого Юрия Леонидовича, канд. техн. наук (05.13.07 – Автоматизация технологических процессов), заведующего кафедрой «Строительство и землеустройство» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», замечания:

1. Чем обоснован выбор визуального программирования как среды создания параметрических моделей дефектов, представленный на рис. 5?

2. Перечень дефектов (табл. 1), в основном, затрагивает внешние повреждения кровельного покрытия, в то время как многие повреждения кровель связаны с ухудшением термического сопротивления и внутренней деградацией материала.

3. На рис. 7 (справа) картированы участки кровли в том числе частично за пределами контура кровли, каким образом это будет учитываться при оценке дефектности участков?

4. от Терехова Ивана Александровича, канд. техн. наук (05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения), ведущего научного сотрудника АО «ЦНИИПромзданий», замечания:

1. Из текста автореферата не вполне ясно назначение и применение параметрической маски дефектов ПРК в табличной форме (табл. 2) в алгоритме оценки СФС (рис. 9).

2. Каким образом подтверждается достоверность экспертных оценок рис. 8?

3. Чем обусловлено предлагаемое содержание понятия СФС, возможна ли его корректировка без изменения основных подходов к оценке дефектов?

5. от Кобзаря Константина Владимировича, канд. техн. наук (05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения), заместителя главного инженера АО «КТБ Железобетон», замечания:

1. Не указаны минимальные и рекомендуемые требования к исходным фотоматериалам (размер фотографии в пикселях, разрешение фотографии (dpi), угол наклона оси фотокамеры к поверхности кровли, расстояние от фотокамеры до поверхности кровли), которые позволят отбраковывать некачественные снимки.

2. Рисунок 4. На правой картинке (оцененный по параметрам дефект) с левой стороны имеются небольшие дефекты (черные точки), которые визуально не наблюдаются на левой и центральной картинках. По какой причине они появились?

3. В диссертационной работе предлагается средство измерения на основе БАС, из автореферата не ясно на каких принципах организуется его метрологическое обеспечение?

6. от Михайлова Евгения Сергеевича, канд. техн. наук (05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность), заместителя начальника отдела 2.7 (авиационно-спасательных технологий и обучения) научно-исследовательского центра (пожарной техники и пожарной автоматики) ФГБУ ВНИИПО МЧС России, замечания:

1. Указанные на стр. 12 показатели качества сегментации 0,76-0,78 могут не отвечать требованиям к погрешности измерений в строительно-технической экспертизе.

2. Чем обусловлен уровень воздействия дефекта при их каталогизации в таблице «Каталогизация дефектов...» (табл. 1)?

3. Срок производства следующей экспертизы, указанный в табл. 3. (6 мес спустя), достаточен для достоверного сравнения результатов экспертиз?

7. от Рыбаковой Ангелины Олеговны, канд. техн. наук (2.1.14 – Управление жизненным циклом объектов строительства), доцента кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», замечания:

1. Использованное автором оборудование (стр. 8) очень дорогостоящее, насколько это будет сдерживать распространение технологии АСТД на практике?

2. Что будет сегментировано и как будет оценено системой изображение бездефектного участка кровли?

8. от Михайлова Виталия Витальевича, докт. техн. наук (05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения), профессора, заведующего кафедрой «Строительное производство» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», замечания:

1. В таблице 1 «Каталогизации дефектов...» может быть включен дефект наличия (отсутствия) требуемого уклона для отвода ливневых вод.

2. На рис. 11 - рис. 13 автореферата масштаб очень мелкий, что затрудняет восприятие материала.

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью, научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями ученых в отрасли науки по специальности диссертации 2.1.14 – Управление жизненным циклом объектов строительства, владением методами и инструментами исследования, использованными автором работы, способностью проявить высокую научную принципиальность и требовательность и дать объективное заключение о научной работе, что подтверждается достаточным количеством публикаций по профилю, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзывах на диссертационную работу. Ведущая

организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», являющееся одним из ведущих университетов по подготовке кадров строительной отрасли, выбор которого обусловлен высокой квалификацией специалистов в областях технической эксплуатации зданий и управления жизненным циклом объектов капитального строительства.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано научно обоснованное организационно-техническое решение, заключающееся в совершенствовании механизмов управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием автоматизированной строительно-технической дефектоскопии, позволяющее осуществлять мониторинг и прогнозирование развития дефектов кровли и оценку состояния ее функционального соответствия, выбор и обоснование рациональных ремонтно-восстановительных мероприятий в технической эксплуатации плоских рулонных кровель;

предложена рабочая гипотеза о наличии математической связи технического и функционального состояний плоских рулонных кровель и возможности на ее основе эффективного управления жизненным циклом объектов капитального строительства оценкой технического и прогнозированием функционального состояния, позволяющего оптимизировать ресурсозатраты на техническую эксплуатацию;

разработаны модель, алгоритм и приложение для обучения полностью сверточной нейронной сети, эффективно выполняющей задачу сегментации изображений при распознавании и оценке дефектов плоских рулонных кровель; аппаратно-программные рекомендации к использованию беспилотных авиационных систем в экспертизе плоских рулонных кровель; стандарт организации по проведению автоматизированной строительно-технической дефектоскопии плоских рулонных кровель;

введено новое понятие «состояния функционального соответствия», используемое для интегральной количественной оценки технического состояния плоской рулонной кровли, ее функционального и физического износа; новый показатель, оценивающий эффективность обучения полностью сверточной нейронной сети в решении задач сегментации технических изображений;

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение теоретических представлений о возможности и рациональности обучения и использования нейросетей при обнаружении и количественной оценке дефектов плоской рулонной кровли; возможности и эффективности применения БАС в целях повышения скорости, качества и достоверности производства строительно-технических экспертиз зданий; возможности прогнозирования развития дефектов объекта строительства и принятия на этой основе эффективных управленческих решений в его эксплуатации;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс фундаментальных и прикладных научных методов строительно-

технической экспертизы и нейросетевого моделирования, который позволил получить воспроизводимые экспериментальные данные, не противоречащие современным научным представлениям и закономерностям, сложившейся практике управления жизненным циклом объектов строительства;

изложен классификационный алгоритм описания и каталогизации дефектов плоской рулонной кровли; алгоритм количественной оценки параметров диагностируемых нейросетью дефектов плоской рулонной кровли, алгоритм оценки и прогнозирования состояния функционального соответствия плоской рулонной кровли по результатам автоматизированной строительно-технической дефектоскопии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены механизмы управления жизненным циклом объектов строительства, базирующиеся на нейросетевой диагностике, прогнозировании параметров состояния функционального соответствия и предложении ресурсоэффективных технических решений в технической эксплуатации плоских рулонных кровель. Апробация результатов исследования проводилась в условиях действующих управляющих компаний на объектах гражданской недвижимости г. Белгорода, г. Самары и Белгородской области, где производились автоматизированные строительно-технические дефектоскопии и оптимизировались организационно-технические решения в технической эксплуатации 29 плоских рулонных кровель. Теоретические и экспериментальные положения диссертационной работы используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистрантов по направлению «Строительство»;

определена целесообразность и эффективность применения беспилотных авиационных систем и навесного оборудования к ним в строительно-технической экспертизе; каталога дефектов в формате классификатора строительной информации; иерархического класса информационной модели здания и параметрических моделей дефектов, снижающих ресурсоемкость и сроки производства строительно-технических экспертиз плоских рулонных кровель до 5 раз;

создан научно значимый и практически применимый инструментарий прогнозирования состояния функционального соответствия, основанный на мониторинге и диагностике дефектов плоской рулонной кровли, при управлении жизненным циклом объектов строительства на постпостроечных этапах;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию механизмов управления жизненным циклом объектов строительства автоматизированной нейросетевой диагностикой и прогнозированием состояния их функционального соответствия, основанными на данных и параметрах дефектов, получаемых с использованием новых источников информации, а также на создании интегрированных советующих систем управления основными конструктивными и функциональными элементами здания.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовалось современное сертифицированное полетное и измерительное оборудование, стандартные методики измерений и методы научных исследований, а также нейросети известных архитектур и типовые подходы к организации их обучения;

теория построена на использовании фундаментальных положений управления жизненным циклом объектов капитального строительства и технической эксплуатации зданий, согласуется с экспериментальными данными по теме диссертации, опубликованными в отечественных и зарубежных изданиях;

идея базируется на проведенном аналитическом обзоре научной литературы, фундаментальных и прикладных исследованиях отечественных и зарубежных ученых с последующей выработкой подходов к решению поставленных в работе задач, сравнительном анализе полученных результатов с выявлением необходимых закономерностей и рекомендаций к дальнейшим исследованиям;

использованы результаты научных исследований, полученные российскими и зарубежными учеными, по анализу и оценке технического состояния и физического износа элементов зданий; организации использования БАС в экспертной деятельности в строительстве; методологии и инструментарию рационального управления жизненным циклом объекта строительства;

установлено, что результаты экспериментальных исследований не противоречат данным, представленным в работах ведущих отраслевых российских и зарубежных ученых;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации: методы сегментации технических изображений, математической обработки и экспертной сборки данных, а также применяемые в отрасли методы формулировки и решения оптимизационных задач в управлении жизненным циклом объектов строительства.

Личный вклад соискателя состоит в обосновании рабочей гипотезы, постановке цели и задач, теоретическом анализе собранных данных и обобщении результатов исследований, формулировке выводов, положений прикладных решений и разработок, подготовке материалов публикаций и апробации результатов работы.

Диссертация является завершенным научным исследованием на актуальную профессиональную тему с достигнутой научной целью и решенными задачами, написана автором самостоятельно, структурно содержательна, стилистически и терминологически корректна.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Долженко А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел необходимые для полного понимания значимости полученных результатов пояснения, аргументированно обосновал основные положения, использованные методы и инструменты диссертационного исследования.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученой степени. Диссертация Долженко Александра Валериевича соответствует пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата наук, утвержденного

постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции), является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложено научно обоснованное организационно-техническое решение, позволяющее при помощи полетного планирования БАС и обученной полностью сверточной нейронной сети осуществлять производство автоматизированной строительно-технической дефектоскопии плоских рулонных кровель, диагностику и прогнозирование состояния функционального соответствия элемента здания и ресурсную оптимизацию организационно-технологических решений в его технической эксплуатации, что имеет существенное значение для развития отраслей строительства и жилищно-коммунального хозяйства страны.

На заседании 16 сентября 2025 года диссертационный совет принял решение за разработку научно обоснованного организационно-технического решения, заключающегося в совершенствовании механизмов управления жизненным циклом объектов капитального строительства с применением беспилотных авиационных систем, обучением полностью сверточной нейронной сети, прогнозированием состояния функционального соответствия и оптимизацией ресурсозатрат на техническую эксплуатацию плоских рулонных кровель, присудить Долженко А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

16.09.2025 г.



Лесовик Руслан Валерьевич

Есипов Станислав Максимович