

**Заключение диссертационного совета Д 212.223.03  
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский  
государственный архитектурно-строительный университет»  
Министерства образования и науки Российской  
Федерации по диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 28 апреля 2016 г. № 4

О присуждении Соколову Владимиру Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Вероятностный анализ технического состояния и надежности строительных конструкций зданий старой городской застройки» по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, принята к защите 21 января 2016 г., протокол № 1 диссертационным советом Д 212.223.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 года № 714/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 февраля 2014 года № 55/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 марта 2014 года №126/нк.

Соискатель Соколов Владимир Алексеевич, 1951 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Решетчатые сферические оболочки и определение их несущей способности» по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, защитил в 1987 году в диссертационном совете,

созданном на базе Ленинградского инженерно-строительного института. В период написания и оформления диссертации работал профессором кафедры «Строительная механика и строительные конструкции» в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» Министерства образования и науки РФ.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре «Строительная механика и строительные конструкции».

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор Шульман Сергей Георгиевич, в настоящее время является пенсионером.

**Официальные оппоненты:**

**Лабудин Борис Васильевич**, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», (г. Архангельск), кафедра инженерных конструкций и архитектуры, профессор.

**Орлович Ромуальд Болеславович**, доктор технических наук, профессор, «Западно-Померанский технологический университет», (г. Щецин, Польша), кафедра общего строительства, заведующий.

**Савин Сергей Николаевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ФБГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра техносферной безопасности, профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию

**Ведущая организация** Открытое акционерное общество «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений», (г. Москва) в своем положительном заключении, подписанном **Маминым Александром Николаевичем**, доктором технических наук, профессором, начальником отдела обследований зданий и сооружений и утвержденном генеральным директором, доктором технических наук, профессором **Граневым Виктором Владимировичем**, указала, что диссертация Соколова Владимира Алексеевича соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к докторским диссертациям.

Соискатель имеет 36 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе одну монографию общим объемом 24,75 п.л. (лично автором 22,7 п.л.), из них 16 статей, в рецензируемых изданиях из перечня, размещенного на официальном сайте ВАК (6,9 п.л. / 6,45 п.л.).

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

– **научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации:**

**1. Соколов, В.А.** Диагностический вес признаков и диагностическая ценность обследования при распознавании состояний элементов строительных систем [Текст] / В.А. Соколов // Инженерно-строительный журнал, № 3. – СПбПУ, 2010. – С. 27-31 (0,31 п.л.).

**2. Соколов, В.А.** Вероятностный метод оценки технического состояния конструкций железобетонного монолитного перекрытия зданий старой городской застройки [Текст] / В.А. Соколов // Инженерно-строительный журнал, № 4. – СПбПУ, 2010. – С. 49-58 (0,625 п.л.).

**3. Соколов, В.А.** Диагностика технического состояния конструкций зданий и сооружений с использованием методов теории нечетких множеств [Текст] / В.А. Соколов // Инженерно-строительный журнал, № 5. – СПбПУ, 2010. – С. 31-37 (0,5 п.л.).

**4. Соколов, В.А.** Построение решения для оценки технического состояния конструктивных систем зданий и сооружений с использованием вероятностных методов распознавания [Текст] / В.А. Соколов // Инженерно-строительный журнал, № 6. – СПбПУ, 2010. – С. 48-57 (0,625 п.л.).

**5. Соколов, В.А.** Оценка технического состояния строительных конструкций зданий на основе многоуровневого вероятностного анализа [Текст] / В.А. Соколов // Инженерно-строительный журнал, № 7. – СПбПУ, 2011. – С. 45-51 (0,44 п.л.).

**6. Соколов, В.А.** Интервальные методы в байесовском подходе при диагностировании технического состояния строительных конструкций зданий [Текст] / В.А. Соколов // Научно-технические ведомости СПбПУ, № 4 (135). – СПб, 2011. – С. 227-235 (0,56 п.л.).

**7. Соколов, В.А.** Инженерно-диагностическое обследование строительных объектов Северо-Западной ТЭЦ [Текст] / В.А. Соколов, В.А. Мишаков, Л.Н. Синяков, Д.А. Страхов // Научно-технические ведомости СПбПУ, № 2 (147), том 2. – СПб, 2012. – С. 282-287 (0,375 п.л./0,125 п.л.).

**8. Соколов, В.А.** Методы статистических решений для распознавания состояний конструкций монолитных железобетонных перекрытий [Текст] / В.А. Соколов // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, том 269, СПб. – 2012, С. 10-16 (0,44 п.л.).

**9. Соколов, В.А.** Расчет сооружений башенного типа на динамические воздействия с учетом податливости свайного фундамента и основания [Текст] / В.А. Соколов, Л.Н. Синяков, Д.А. Страхов // Инженерно-строительный журнал, № 4. – СПбПУ, 2013. – С. 46-50 (0,33 п.л./0,13 п.л.).

**10. Соколов, В.А.** О пороговом значении при определении вероятностей состояний строительных конструкций [Текст] / В.А.

Соколов // Вестник гражданских инженеров, № 4. – СПбГАСУ, 2013. – С. 67-73 (0,44 п.л.).

**11. Соколов, В.А.** Оценка технического состояния и надежности строительных конструкций на основе вероятностных методов технической диагностики [Текст] / В.А. Соколов // Электронный журнал «Современные проблемы науки и образования» № 6, Москва. – 2013; URL: <http://www.science education.ru/113-11552>.

**12. Соколов, В.А.** Оценка технического состояния и физического износа строительных конструкций с использованием вероятностных методов технической диагностики [Текст] / В.А. Соколов // Известия вузов, №1. НГАСУ (Сибстрин), 2014. – С. 94-100 (0,44 п.л.).

**13. Соколов, В.А.** Категории технического состояния строительных конструкций зданий при их диагностике вероятностными методами [Текст] / В.А. Соколов // Журнал "Фундаментальные исследования", № 6 (часть 6), 2014. – С. 1159-1164 (0,375 п.л.).

**14. Sokolov, V.A.** Probabilistic Analysis of Intermediate Floor Steel and Wooden Structures in the Old Urban Development Building [Text] (2014) Applied Mechanics and Materials, vol. 633 – 634, pp. 1140-1147 (0,50 п.л.).

**15. Соколов, В.А.** Оценка технического состояния фундаментов зданий старой городской застройки с использованием вероятностных методов распознавания [Текст] / В.А. Соколов // Журнал "Фундаментальные исследования", № 2 (часть 8), 2015. – С. 1652-1657 (0,375 п.л.).

**16. Соколов, В.А.** Вероятностный анализ технического состояния кирпичных стен зданий старой городской застройки [Текст] / В.А. Соколов // Журнал "Строительство и реконструкция", № 1 (57), Госуниверситет – УНПК, Орел. – 2015. – С. 65-73 (0,56 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», научный руководитель университета, академик РАН, д.т.н., профессор **Васильев Юрий Сергеевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) В ходе защиты было бы желательно услышать от соискателя суждения о дальнейших исследованиях в рассматриваемой области знаний.

2. Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», директор, д.т.н., профессор **Ведяков Иван Иванович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Из автореферата не ясно, каковы особенности характерных повреждений строительных конструкций, возведенных из других материалов – стальных, деревянных, каменных и др. и как для них строится диагностическая процедура? Только из таблицы 1, представленной в конце текста автореферата, можно сделать вывод, что кроме постоянно упоминаемых в тексте элементов железобетонных конструкций, в диссертации рассмотрены конструкции из других материалов.

2) Нет ясности при определении процентов долевого участия конструктивных элементов в общей картине состояния здания в целом. Например, почему на все перекрытия отведено 55, 5 % из 100 % для всего здания (рис. 4)?

3) Учитывая, что большинство зданий исторической городской застройки возведены с применением кирпичных и других кладочных изделий, в автореферате следовало бы указать, какие типы кирпичных и каменных стен и на каких видах растворов исследованы в диссертации. В приведенных примерах аппроксимации статистических распределений (рис. 2) указано только, что речь идет об кирпичных стенах (по-видимому кладка из полнотелого кирпича на неизвестном растворе).

4) По реферату нельзя сделать вывод об эффективности предложенного метода расчета физического износа здания с учетом износа конструктивных элементов и их ответственности при оценке аварийности сооружения.

5) В названии диссертации, по-видимому, можно было применить термин – историческая городская застройка.

3. ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», город Красноярск, директор, д.т.н., профессор **Инжутов Иван Семенович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) В таблице 1 автореферата более половины конструктивных элементов здания – это деревянные конструкции, для которых вычислены необходимые вероятностные параметры. Возможна ли полноценная диагностика состояний деревянных конструкций в зданиях, находящихся в постоянной эксплуатации?

2) Из автореферата непонятно, что такое признаки диагностирования деревянных конструкций старых зданий и что для них подразумевается под понятием «реализация признаков»?

4. Филиал РУП «Институт БелНИИС» – Научно-технический центр, г. Брест, Беларусь, директор, д.т.н. **Найчук Анатолий Яковлевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Из содержания автореферата неясно, какие критерии оценки несущей способности использовались автором при определении технического состояния деревянных конструкций.

2) Как учитывалось накопление повреждений в деревянных конструкциях и виды сочетания нагрузок при построении вероятностных моделей?

5. АО Всероссийский федеральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский, технологический институт строительной индустрии (ВНИИжелезобетон), заместитель генерального директора по науке, член-корреспондент РААСН, д.т.н., профессор **Римшин Владимир**

**Иванович.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Из автореферата непонятно, как при диагностировании состояний в диагностических матрицах учтены повреждения, связанные с процессами деградации материалов конструкций рассматриваемых зданий.

2) О мероприятиях приведения конструкций в нормальные условия технической эксплуатации автор упоминает только в выводах. Непонятно в какой степени этот материал определяет назначение категорий состояния.

6. ФГБОУ ВПО «Приокский государственный университет», г. Орел, заведующий кафедрой «Городское строительство и хозяйство», д.т.н., профессор **Турков Андрей Викторович.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) В таблице 1 автореферата большая часть конструктивных элементов здания – деревянные конструкции, для которых в этой таблице вычислены необходимые параметры. Требуется разъяснений возможно ли выполнить полноценную диагностику состояний, например, деревянных балок междуэтажных перекрытий в эксплуатируемых зданиях?

2) Из автореферата непонятно, какие основные признаки диагностирования деревянных и стальных балок старых зданий?

7. ФГБОУ ВПО «Владимирский Государственный университет», заведующая кафедрой строительных конструкций, д.т.н., профессор **Рощина Светлана Ивановна.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Исследовались ли в диссертации вопросы морального износа зданий старой городской застройки?

2) Может ли предложенная автором методика оценки технического состояния и надежности строительных конструкций быть применена при обследовании зданий, являющихся памятниками архитектуры?



8. ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный университет им. В.И.Вернадского», город Симферополь, заместитель директора по научной работе Академии строительства и архитектуры, д.т.н., профессор **Любомирский Николай Владимирович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Из автореферата непонятно и требует разъяснений, что такое прямой ход диагностирования и что такое обратный ход, который, как отмечает автор, выводит пользователя на стоимостные параметры?

2) С какой целью предложена методика определения порогового значения для вероятностных параметров состояний с минимальным значением равным 0,690. Непонятно, как это значение получено, и как его использовать практически?

3) Очень мелко выполнен рис. 3. Не совсем понятно, какая информация приведена в клетках диаграммы.

9. Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, заведующий кафедрой металлических и деревянных конструкций, действительный член Академии строительства Украины, д.т.н., профессор **Фурсов Вадим Викторович**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Из автореферата неясно, как строится решение для диагностики состояний деревянных конструкций, например, стропильной системы здания?

2) Непонятно также, каковы основные признаки диагностирования деревянных конструкций старых зданий и что означает их «реализация»?

3) Так называемый «обратный ход» диагностирования с процентами вклада проиллюстрирован на примере железобетонного перекрытия. В автореферате не приведены данные о распределении процентов вклада для деревянных и сталедеревянных перекрытий, а также и для деревянных конструкций крыши.

10. ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет,

профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство», д.т.н.,  
заслуженный работник ВШ, профессор **Уткин Владимир Сергеевич**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Почему работа ориентирована на формулировку технического состояния по СП13-102-2003, а не по ГОСТ 53778-2010, тем более, что ГОСТы имеют большую юридическую силу по сравнению с СП?

2) Отказ конструкций зависит от структурной схемы (в понятиях теории надежности). Как автор выявляет структурные схемы старых зданий и как эти схемы отражены в вероятностном анализе, имея в виду, что отказ одного или нескольких элементов не обязательно приведет систему в аварийное состояние.

3) Чем конкретно и принципиально отличаются по вероятностному подходу анализы технического состояния и надежности применительно к зданиям старой городской застройки и новой?

11. Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева (ФГКВОУ ВПО ВИ(ИТ) ВАМТО), г. Санкт-Петербург, заведующий кафедрой технологии, организации и экономики строительства, д.т.н., профессор **Бирюков Александр Николаевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Вероятностный характер метода Байеса, примененного при диагностике состояния главной балки перекрытия. Здесь есть два аспекта. Во-первых, невозможно сгенерировать две одинаковые выборки, и, соответственно, их среднее будет каждый раз отличаться. Во-вторых, есть погрешность в вычислении наиболее вероятного значения, так как, его расчет зависит от того, какая сетка для гистограммы выбрана. При слишком мелкой сетке за наиболее вероятное можно по ошибке принять случайный выброс, при слишком грубой сетке усреднение будет

проводиться по слишком большому количеству значений.

2) Методы технической диагностики для оценки устойчивости и информативности диагностических матриц представлены методом Вальда. Для диагностической оценки балки монолитного железобетонного перекрытия этого мало. Конструкции перекрытий зданий старой городской застройки весьма различны. Тест Вальда – статистический тест, используемый для проверки ограничений на параметры статистических моделей, оценённых на основе выборочных данных. Тест является асимптотическим, то есть для достоверности выводов требуется достаточно большой объём выборки.

12. ФГБОУ ВПО «Сочинский государственный университет», кафедра «Строительство», д.т.н., профессор **Пересыпкин Евгений Николаевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) В формуле (15) не ясно, чем определяется значение параметра «с», равное 0,923 и одинаковое для всех нечётких термов.

2) Равенство (19) определяет значение вероятностного порогового уровня распознавания системы, равное 0,69. В автореферате нет достаточной информации для обоснования этого значения. Возможно, оно не является константой и зависит от уровня состояния объекта.

13. Институт водного транспорта ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», г. Санкт-Петербург, кафедра «Гидротехнические сооружения, конструкции и гидравлика», д.т.н., профессор **Гарибин Павел Андреевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Заявленная в автореферате цель исследований является целью второго порядка. Основная цель – обеспечение безопасности и безаварийности строительного объекта в течение всего жизненного цикла. Этот факт необходимо было отразить при построении иерархических

структур. В такой постановке результаты исследований имеют более широкое применение, чем оценка стоимости недвижимости.

2) Из автореферата непонятно, применима ли разработанная методика к уникальным зданиям и сооружениям (церкви, гидротехнические сооружения)? Если нет, то какова область определения данной методики?

14. ФГБОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», город Владивосток, зам. директора инженерной школы, к.т.н. **Цуприк Владимир Григорьевич.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Прилагательное «старый», используемое в названии диссертации и по тексту автореферата, имеет разговорный характер и не дает четкого понимания о предельном сроке эксплуатации здания, вошедшего в категорию «старой» (то есть «не новой») застройки.

2) На рисунке 2 автореферата приведен пример аппроксимации статистических распределений вероятностей состояний непрерывными функциями для отдельных элементов здания. Недостаточно четко сформулирована цель этой аппроксимации и принятые автором критерии согласия, используемые при получении окончательного результата в виде представленных на этом рисунке функций.

3) Автор использует в работе аппарат теории нечеткой логики, с помощью которой в качестве примера решает задачу о состояниях отдельного объекта – железобетонной балки перекрытия. Непонятно в каком виде получен результат расчета по этой теории, который затем сравнивается с результатом диагностирования по методу Байеса?

15. Общество с ограниченной ответственностью «Проектно-консалтинговая фирма «Стройреконструкция», город Санкт-Петербург, генеральный директор, к.т.н. **Любаров Борис Исаевич.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) При построении иерархической схемы диагностики автор утверждает и отмечает в выводах, что уровни диагностирования в этой

схеме не являются строго иерархически соподчиненными. Это утверждение требует разъяснений.

2) Автор несколько раз в автореферате употребляет словосочетание «реализация признаков» Что под этим подразумевается?

3) Как понять численные данные по рассчитываемой для каждого элемента и каждой структуры надежности, т.е. вероятности безотказной работы? Эти данные ведь должны как-то отражать и временной фактор.

4) Неоправданным, на наш взгляд, является скрупулёзный подсчёт процентов износа конструктивных элементов до второго знака после запятой, что не увеличивает достоверность полученных результатов, поскольку и исходные предпосылки, и вероятностный расчётный аппарат имеют естественный первоначальный разброс.

5) К опечаткам можно отнести ошибочное написание фамилии К.А. Глуховского на странице 4 «Реферата».

16. Федеральное казенное предприятие «Дирекция комплекса защитных сооружений (КЗС) г. Санкт-Петербурга Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации», генеральный директор КЗС, Заслуженный строитель РФ **Щекачихин Владимир Иванович.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Почему автор уделяет внимание диагностике только старых городских зданий? Возможно ли выполнить такой анализ для строительных объектов КЗС (комплекса защитных сооружений), например, для зданий административного и хозяйственного назначения?

2) Из автореферата не совсем понятен «обратный ход», в построении которого просматриваются стоимостные расчеты.

17. Северо-Западное управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, город Санкт-Петербург, руководитель, доцент, к.э.н., Государственный советник Российской Федерации 1 класса **Слабиков Григорий Владимирович.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Предложенные методы по расчету физического износа старых конструкций зданий требуют более четкого формулирования.

2) Из автореферата непонятно распределение процентов на рис. 4, отражающее так называемый «обратный ход диагностирования».

3) Представленные в диссертации разработки не всегда соотносятся с нормативными источниками по вопросам оценки технических состояний.

18. Фирма Ehitus Kontroll OÜ «Строительный контроль», г. Таллинн, Эстония, директор **Рыжаков Николай Сергеевич**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

1) Предложенные методы по расчету физического износа старых конструкций зданий требуют более четкого разъяснения.

2) Вызывает интерес, так называемый, «обратный ход» диагностирования, в построении которого просматриваются стоимостные расчеты, но из автореферата он не совсем понятен.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в этой отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также определяется спецификой и актуальностью их основных научных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** концепция определения технического состояния конструкций зданий старой городской застройки с использованием теоретического аппарата технической диагностики, основанного на вероятностно-статистических методах распознавания состояний сложных технических систем, таких как: статистический метод Байеса, методы статистических решений, метод последовательного анализа Вальда, а также методов теории информации; этот подход для строительных конструкций применен впервые;

**разработаны** вероятностные показатели диагностирования на основе собранного материала по статистике состояний (диагнозов) и характерных повреждений (диагностических признаков) конструкций, которые в работе обобщены, упорядочены и уложены в соответствии с требованиями теоретического аппарата технической диагностики и методов теории информации, что представлено в виде специальных вероятностных таблиц – диагностических матриц; всего в работе для характерных конструктивных элементов (участков фундаментов и кирпичных стен, железобетонных, стальных и деревянных балок перекрытий, деревянных конструкций крыши) построены 24 диагностические матрицы;

**разработана** многоуровневая иерархическая математическая модель диагностирования, позволяющая оценивать техническое состояние конструкций здания на каждом уровне иерархии, и на этой основе создана графическая модель диагностирования состояния здания в целом в виде «диагностического дерева»;

**разработан** алгоритм расчета необходимых вероятностных параметров на каждом уровне на основе уровневой постановки задачи, для чего создана компьютерная программа «ВАТС», с использованием которой проведена серия многочисленных расчетов и приведены примеры для анализа состояний-диагнозов конструктивных элементов здания;

**разработаны** на основе статистики, анализа литературных источников и опыта обследований конструкций рассматриваемых зданий, конкретные мероприятия по приведению зданий в исправное состояние (периодичность очередных обследований, текущих и капитальных ремонтов, усилений конструкций, реконструкции и др.) в зависимости от присвоенной на основе вероятностного анализа категории;

**предложена** для конструкций рассматриваемых зданий методика определения минимально приемлемого порогового значения с использованием методов статистических решений технической диагностики и результатов проведенного численного эксперимента,

позволяющая уточнить традиционное в технической диагностике решающее правило о назначении диагнозов элементам технических систем;

**предложена** основанная на вероятностно-статистических методах технической диагностики методика расчета параметров надежности элементов и здания в целом, в которой рассчитанная на каждом иерархическом уровне вероятность аварийного состояния трактуется как отказ конструктивного элемента, группы элементов, подсистем и системы в целом; таким образом, прохождение по «диагностическому дереву» в прямом направлении для каждого элемента каждого уровня дает вероятность безотказной работы (безотказность), как численную меру надежности;

**предложена** методика расчета физического износа на основе вероятностно-статистических методов технической диагностики, что позволяет создать предпосылки аргументированного обоснования необходимости разработки новой методики расчета физического износа в новых нормах;

**предложена** процедура обратного хода диагностирования (сверху вниз по «диагностическому дереву»), в рамках которого выполнено процентное распределение долей информации о состояниях между всеми конструктивными элементами вероятностной иерархической структуры, что вполне может стать основой стоимостных расчетов, например, в методиках оценки недвижимости и в сметно-финансовых расчетах;

**доказана** перспективность предложенного подхода при решении вопросов оценки технического состояния, надежности и физического износа конструкций зданий на основе вероятностно-статистических методов технической диагностики;

**доказаны** полнота, информативность и устойчивость статистического материала диагностических матриц для характерных конструктивных элементов зданий с использованием различных методов; рассмотрены



методы теории информации (анализ диагностических веса и ценности обследования), метод аппроксимации дискретных вероятностных статистических распределений непрерывными функциями, метод теории интервальных оценок и методы теории нечетких множеств; указанные методы для диагностирования конструкций рассматриваемых зданий на основе рассмотрения пяти состояний применены впервые;

**введены** с использованием методов теории информации для объектов исследования понятия максимальная энтропия (абсолютная и с учетом априорной статистики), остаточная энтропия (степень определенности или количество внесенной информации) и вероятность степени определенности, позволившие поставить и решить задачу о построении процедуры принятия решений о состояниях здания, как многоэлементной технической системы;

**введено** понятие «диагностического дерева», построенного на основе иерархически соподчиненных базисных элементов, групп элементов, подсистем и здания в целом; при этом уровни диагностирования не являются строго иерархически соподчиненными;

**введено** изменение традиционной трактовки решающего правила диагностирования при принятии решений по назначению категории технического состояния конструктивным элементам рассматриваемых зданий.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** необходимость и возможность применения вероятностных методов распознавания состояний в рамках теоретического математического аппарата технической диагностики, теории информации и теории надежности, т. е. необходимость и возможность формализации процедуры построения модели принятия решений о состояниях для строительных конструкций;

**доказана** применительно к теоретической проблематике диссертации результативность использования широкого комплекса теоретических

общенаучных методов исследования при решении поставленных задач: статистических, теории вероятностей, теории информации, теории надежности, теории нечетких множеств, моделирования, формализации, анализа (в том числе ретроспективного);

**доказана** для всего здания при построении уровневой иерархической модели диагностирования его конструкций в виде «диагностического дерева» необходимость применения основных теоретических принципов организации систем и системного анализа;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)**

**использован** существующий теоретический аппарат технической диагностики и теории информации, используемый для распознавания состояний сложных технических систем в военных отраслях (радиолокация, системы связи, компьютерные системы);

**изложены** основные понятия и теоретические положения вероятностных подходов, теории информации, теории надежности и теории нечетких множеств применительно к решаемому классу задач;

**изложены** математические положения, используемые при уровневом построении решения для определения вероятностей состояний конструкций на каждом уровне и для получения необходимых вероятностных параметров, что позволило разработать и впервые применить вероятностные зависимости перехода с уровня на уровень строительной системы;

**раскрыты** многочисленные несоответствия при формулировании основных понятий технической диагностики, в том числе и в нормативной литературе, что проиллюстрировано в диссертации примером различного толкования понятия «состояние» в виде пятнадцати различных вариантов, как в части определений, так и в части количества состояний;

**раскрыты** существенные проявления результатов теоретических статистических методов технической диагностики для строительных систем (статистические методы Байеса, Вальда, методы статистических решений);

**изучены** на основе глубокого ретроспективного анализа материалы обследований прошлых лет, с использованием которых в рамках вероятностного аппарата технической диагностики сформулированы понятия «состояние» и «диагностические признаки» и определены их априорные вероятности;

**изучена** и реализована взаимосвязь понятий технического обследования, диагностики состояний и безотказности (эксплуатационной надежности) конструкций зданий на основе теоретического аппарата технической диагностики;

**проведена** модернизация существующих методов диагностирования и аналитических зависимостей технической диагностики для выполнения вероятностных расчетов необходимых параметров применительно к строительным конструкциям зданий.

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

**разработаны** и применены на практике методы оценки технического состояния и надежности конструкций зданий старой городской застройки и сооружений исторических территорий с использованием разработанного теоретического аппарата, построенного на основе результатов обследований реальных объектов;

**разработана** методология диагностирования, которая может быть использована при создании современных нормативных документов по оценке состояний, надежности и физического износа рассматриваемых конструкций зданий на основе единого вероятностного подхода;

**определены** перспективы практического использования разработанной теории диагностирования состояний не только для зданий старой городской застройки, но и для любых зданий и сооружений при наличии представительной статистической информации об их состояниях и характерных повреждениях: работа является дальнейшим развитием и качественным усовершенствованием существующих методов оценки технического состояния, надежности и физического износа строительных конструкций. Теоретические разработки на

основе аппарата технической диагностики используются в учебном процессе для студентов старших курсов специалитета и магистратуры, обучающихся по направлению «Строительство».

**создана** инженерная методология диагностирования и программный продукт для решения практических задач по определению категорий технического состояния, надежности и физического износа зданий и их конструктивных элементов;

**представлены** практические рекомендации по назначению конкретных мероприятий для приведения конструкций зданий в исправное эксплуатационное состояние, а также для планирования мероприятий технического обслуживания и ремонта (ТОиР) в зависимости от присвоенной категории технического состояния и оценочных данных анализа надежности этих конструкций.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила удовлетворительное совпадение частных случаев полученных результатов с похожими результатами исследований других авторов, работающих в области распознавания состояний сложных технических систем;

**теория построена** на существующих подходах математического аппарата технической диагностики, широко применяемого для технических систем в других отраслях, а также для медицинской диагностики;

**идея базируется** на анализе существующих методов диагностирования систем, научных разработок в этой области, а также на представительном объеме статистических данных, полученных на основе глубокого ретроспективного анализа результатов обследований прошлых лет конструкций зданий рассматриваемого типа;

**использованы** апробированные теоретические положения технической диагностики и теории информации;

**установлено**, что полученные автором результаты имеют большой научный и практический интерес в области построения и принятия решений по оценке технического состояния и надежности конструктивных элементов зданий на основе единого вероятностного подхода;

**использованы** современные методы сбора, поиска и обработки данных литературных источников по теме исследования, в том числе по зарубежным базам данных научных публикаций, а также сбора и упорядочения статистического материала в нужном, удобном для практического применения виде.

**Личный вклад** соискателя в выполнении всех этапов диссертационной работы состоит в том, что все необходимые положения основываются на результатах теоретических и численных исследований, проведенных автором лично. Автором сформулированы актуальность, цель, постановка задачи и новизна работы. Выполнен глубокий ретроспективный анализ результатов обследований рассматриваемых зданий в прошлом, собрана, обобщена, упорядочена и уложена в рамки примененного математического аппарата статистическая информация о состояниях, характерных повреждениях и дефектах строительных конструкций. Разработана многоуровневая иерархическая математическая модель диагностирования конструкций здания и алгоритм программного продукта ВАТС для выполнения многочисленных расчетов, примеры которых приведены в работе при решении всех исследовательских задач. Автором определен подробный комплекс конкретных мероприятий по приведению конструктивных элементов здания в исправное состояние в зависимости от присвоенной категории технического состояния. На основе вероятностно-статистического подхода технической диагностики предложены и продемонстрированы на примерах методики расчета параметров надежности и физического износа конструкций зданий, а также методика определения долевого вклада вероятностей состояний низших уровней диагностирования в вероятности высших, что может найти применение при расчетах стоимостных параметров.

На заседании 28 апреля 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Соколову Владимиру Алексеевичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА  
Д 212.223.03  
доктор технических наук,  
профессор

В.И. Морозов

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
СОВЕТА Д 212.223.03  
доктор технических наук,  
профессор

Л.Н. Кондратьева

«28» апреля 2016 г.