

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по образовательной
деятельности федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования «Казанский
(Приволжский) федеральный
университет»


« 24 »



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» на диссертационную работу Кос Оксаны Игоревны «Вероятностные методы и алгоритмы управления состоянием сложной технической системы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» (технические науки).

Диссертационная работа Кос Оксаны Игоревны «Вероятностные методы и алгоритмы управления состоянием сложной технической системы» выполнена на кафедре 311 «Прикладные программные средства и математические методы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Актуальность исследования

Диссертационная работа Кос О. И. охватывает современные подходы к управлению и оптимизации эксплуатации сложных технических систем (СТС) с использованием вероятностных методов.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью обеспечения функциональной устойчивости в условиях возрастания сложности современных технических систем и неопределенности их состояния в процессе эксплуатации. Применение вероятностных методов к управлению такими системами является важной задачей, что подчеркивает значимость работы Оксаны Игоревны для научного сообщества и инженерной практики.

Диссертационная работа Оксаны Игоревны имеет высокую актуальность в контексте современных вызовов и требований к управлению сложными техническими системами. В условиях быстрого технологического прогресса сложных технических систем возникает необходимость в более точных и адаптивных подходах к управлению их состоянием.

Традиционные методы, основанные на усредненных показателях сроков эксплуатации и ремонтов элементов СТС, часто не учитывают индивидуальные характеристики каждого элемента, что может привести к неоптимальным решениям и повышенным затратам на обслуживание. При этом необходимо обеспечить требуемый уровень надежности, что в значительной степени определяет безопасность и эффективность эксплуатации системы в целом.

Предложенная в работе концепция вычисления сроков замены (ремонтов) для отдельных элементов СТС с использованием вероятностных методов представляет собой значительный шаг вперед. Применение алгоритмов, основанных на анализе данных обследований и обработке их с помощью вероятностных методов позволяет:

- индивидуализировать подход, т. е. учесть параметры состояния каждого элемента системы, что обеспечит более точную оценку необходимости замены или ремонта, снизит риск аварийных ситуаций и увеличит ресурс работы этого элемента и всей системы в целом;

- оптимизировать эксплуатационные затраты за счет применения методов оптимизации, в том числе генетического алгоритма, для управления эксплуатацией СТС, что даст возможность сократить капитальные и эксплуатационные расходы и повысит эффективность работы эксплуатирующей организации;

- обеспечивать заданный уровень надежности, т. е. построить схему управления техническим состоянием эксплуатируемых СТС, основанную на вероятностных методах, которая может оперативно адаптироваться к меняющимся условиям, что даст возможность поддерживать требуемый уровень надежности.

Таким образом, применение вероятностных методов и алгоритмов, реализованных в диссертационной работе, будет способствовать не только значительному улучшению показателей эксплуатации сложных технических систем, но и повышению безопасности их использования.

Данная работа актуальна как для научного сообщества, так и для специалистов в области управления и эксплуатации технических систем, создавая фундаментальную базу для дальнейших исследований и разработок.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, семи глав и заключения. Полный объем диссертации 184 страниц текста, включая 42 рисунка, 4 таблицы. Список литературы содержит 83 наименования.

Цель работы заключается в разработке вероятностных методов и алгоритмов управления техническим состоянием СТС для снижения затрат на эксплуатацию при условии обеспечения заданной надежности.

Задачи диссертационного исследования:

1. выбрать закон распределения и разработать метод расчета

параметров функции отказов любого элемента СТС на основании результатов обследований;

2. создать классификацию элементов СТС по критерию их влияния на техническое состояние всей СТС в целом;

3. построить рекуррентный метод расчета надежности на основе классификации элементов СТС для определения вероятности безотказной работы системы в целом в заданный момент времени с учетом всех предшествующих замен (ремонтов);

4. построить метод управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, позволяющий вычислить оптимальный интервал замены (ремонта) элемента.

5. разработать алгоритм для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект;

6. создать программный комплекс расчета надежности СТС на основе разработанных алгоритмов;

7. построить схему управления техническим состоянием элементов СТС и системы в целом на весь период эксплуатации.

Научная новизна

Диссертационная работа отличается высоким уровнем научной новизны. Автор предложила новые методы для управления техническим состоянием сложных технических систем, а также разработала алгоритмы, которые позволяют более точно оценивать вероятность безотказной работы элементов СТС и всей системы в целом.

Основные результаты и их новизна состоят в следующем:

– разработан метод расчета параметров функции отказов любого элемента СТС на основании результатов обследований;

– создана классификация элементов СТС по их влиянию на надежность системы в целом;

– разработан рекуррентный метод расчета надежности на основе классификации элементов СТС для определения вероятности безотказной работы системы в целом в заданный момент времени с учетом всех произведенных замен (ремонтов) элементов этой системы в предшествующие моменты времени;

– создан метод управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, позволяющий вычислить оптимальный интервал замены (ремонта) каждого элемента СТС;

– применен адаптированный генетический алгоритм для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект;

– построена схема управления техническим состоянием элементов СТС и СТС в целом на весь период эксплуатации.

Практическая ценность результатов диссертационной работы заключается в следующем:

– с применением разработанного метода произведены расчеты параметров функций отказов для различных элементов СТС на основании результатов обследования;

– в разработанном программном комплексе произведены расчеты вероятности безотказной работы для ряда СТС с учетом произведенной классификации элементов;

– произведены расчеты оптимальных интервалов замен (ремонтов) для различных элементов ряда эксплуатируемых в настоящее время СТС с учетом ранее проведенных ремонтов и обследований;

– расчеты с помощью разработанного модуля программного комплекса на основе генетического алгоритма позволяют достичь оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект;

– использование созданного программного комплекса позволяет принимать научно-обоснованные решения по управлению СТС на основе стратегии их эксплуатации по фактическому техническому состоянию с учетом проведенных обследований, плановых и внеплановых ремонтов, а также внезапных отказов;

– построены схемы управления техническим состоянием для ряда эксплуатируемых в настоящее время СТС на весь период эксплуатации.

Значимость результатов

Диссертационная работа содержит значимые теоретические результаты. Диссертационная работа Кос О. И. демонстрирует значительный вклад в развитие методов управления техническим состоянием сложных технических систем (СТС), предлагая эффективные решения, основанные на вероятностных методах.

Поставлена и теоретически исследована задача управления техническим состоянием СТС. В работе проведен детальный анализ многочисленных методов управления состоянием СТС, с акцентом на недостатки традиционных подходов, основанных на нормативных сроках эксплуатации, которые не всегда отражают реальное состояние элементов СТС.

В диссертационной работе основное внимание уделяется разработке и применению различных вероятностных методов, которые позволяют учитывать неопределенность состояния элементов СТС во время эксплуатации. Эти методы делают возможным прогнозировать возможные отказы и определять оптимальные моменты для технического обслуживания и замены элементов. В работе созданы новые методы и модернизированы

существующие алгоритмы: рекуррентный метод расчета надежности на основе классификации элементов СТС для определения вероятности безотказной работы системы в целом, метод управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, адаптирован генетический алгоритм для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию СТС. Это доказывает теоретическую значимость и научную ценность проведенных исследований.

Автором созданы алгоритмы, направленные на оптимизацию процесса управления техническим состоянием СТС, в том числе с использованием генетического алгоритма. Эти алгоритмы использованы для анализа больших объемов данных, полученных от обследований и мониторинга работы системы, что способствует более точному прогнозированию технического состояния СТС в зависимости от параметров эксплуатации. Использование генетического алгоритма для оптимизации затрат на эксплуатацию открывает новые возможности в планировании ресурсов и увеличении экономической эффективности эксплуатации. Данный подход облегчает разработку и внедрение более гибких и адаптивных стратегий управления, учитывающих изменяющиеся условия эксплуатации.

Результаты работы предоставляют возможность принимать решения, основанные на фактическом техническом состоянии систем, что уменьшает риск внезапных отказов и повышает общую надежность СТС.

Внедрение разработанного автором программного комплекса для расчета надежности СТС обеспечивает научную базу для принятия обоснованных решений в области управления их техническим состоянием. Это особенно важно в контексте современных требований к надежности и безопасности эксплуатации технических систем.

В работе приводятся конкретные примеры эксплуатируемых в настоящее время объектов, для которых применены предложенные методы. Созданные автором алгоритмы и приведенные примеры их применения доказывают практическую значимость проведенных исследований и их применимость в реальных условиях эксплуатации СТС. С помощью разработанного программного комплекса были построены схемы управления техническим состоянием эксплуатирующихся в настоящее время сложных технических систем, таких как мост, пропускающий р. Нерусса расположенный на 478 км II пути участка Брянск-Суземка и мост, пропускающий р. Снежить 375/4 км (четные пути) Брянской дистанции пути и другие.

В диссертационной работе обоснован экономический эффект от внедрения предложенных алгоритмов, включая снижение затрат на техническое обслуживание при условии обеспечения заданной надежности системы. Это делает диссертационную работу особенно актуальной для проектно-строительных организаций любой отрасли, в которых эксплуатируются сложные технические системы.

Основное содержание диссертационной работы:

Во введении обоснована актуальность темы исследования и проанализирована степень ее разработанности, сформулированы: цель работы, задачи диссертационного исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, а также подтверждена степень достоверности результатов проведенных исследований, приведен перечень конференций, на которых докладывались и обсуждались основные положения и результаты диссертации, указан объем и описана структура работы.

В первой главе представлены термины и определения, касающиеся надежности, а также проведен обзор методов оценки надежности СТС с акцентом на их преимуществах и недостатках.

С целью устранения недостатков свойственным рассмотренным методам в работе предложен инновационный подход, базирующийся на применении вероятностных методов и алгоритмов управления техническим состоянием СТС и реализующий осуществление замен или ремонтов элементов с учетом их фактического технического состояния, а не в соответствии с установленными нормативными сроками.

Во второй главе, которая является центральной в работе, описан общий подход к управлению техническим состоянием СТС.

В этой главе сформулирована общая постановка задачи достижения минимума затрат на эксплуатацию СТС, выраженного целевой функцией, при условии обеспечения заданного уровня надежности, выраженного вероятностью безотказной работы.

Автор разделил общую задачу на следующие задачи.

Первая задача состоит в расчете надежности на основе классификации элементов СТС для определения вероятности безотказной работы системы в целом в заданный момент времени с учетом всех предшествующих замен (ремонтов), который производится по построенному рекуррентному методу.

Автором разработана классификация элементов СТС с учетом взаимосвязи и взаимовлияния элементов и их влияния на показатели надежности СТС в целом.

Автором сформулировано и доказано утверждение о том, что вероятность безотказной работы всей СТС можно рассчитать с помощью рекуррентного метода.

Вторая задача состоит в построении метода управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, позволяющий вычислить оптимальный интервал замены (ремонта) элемента.

Автором сформулировано и доказано утверждение о том, что показатель надежности в виде коэффициента оперативной готовности можно преобразовать к виду дробно-линейного функционала, а также утверждение о том, что величина оптимального интервала замены (ремонта) элемента, в котором рассматриваемая функция достигает наибольшего

значения, определяется единственным образом с учетом принятых допущений.

В этой главе описаны созданные автором методы: метод расчета параметров функций отказов СТС, рекуррентный метод расчета надежности СТС на основе классификации элементов СТС с учетом взаимосвязи элементов СТС, математический метод управления техническим состоянием элементов сложной технической системы на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами.

Для метода управления техническим состоянием элементов сложной технической системы произведен анализ различных численных методов решения интегро-дифференциального уравнения и выбран наилучший.

В данной главе представлен метод расчета показателей технического состояния сложной технической системы и их прогнозирование, а также метод прогнозирования износа металлических пролетных строений железнодорожных мостов.

Представленные во второй главе методы является основой для построения оптимальной стратегии эксплуатации СТС и схемы управления ее техническим состоянием, созданными в данной работе.

Третья глава посвящена применению адаптированного генетического алгоритма для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию.

Автором сформулирована постановка задачи оптимизации имеющейся совокупности оптимальных интервалов времен замен (ремонтов) элементов. Задача оптимизации эксплуатации СТС за счет эффективных замен ее элементов решается с помощью адаптированного генетического алгоритма.

В этой главе был произведен выбор метода оптимизации, а также обзор и анализ генетических алгоритмов. При применении генетического алгоритма были использованы гибридные операторы: гибридная селекция, состоящая из метода выборной рулетки, элитарный отбора и отбора усечением; гибридный кроссинговер, состоящий из метода одноточечного кроссинговера и метода кроссинговера с уменьшением замены; гибридная мутация, состоящая из метода точечной мутации и метода мутации с вероятностью.

За счет применения адаптированного генетического алгоритма автор решил задачу достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию СТС за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект.

В четвертой главе на основе методов, рассмотренных во второй главе, представлены разработанные автором алгоритмы:

- рекуррентный алгоритм расчета надежности всей сложной технической системы на основе классификации элементов СТС;
- алгоритм расчета оптимального интервала замены (ремонта) элемента сложной технической системы;
- алгоритм оптимизации затрат на эксплуатацию СТС за счет минимизации количества выходов на объект с использованием модифицированного генетического алгоритма;
- алгоритм оптимизации затрат на эксплуатацию сложной

технической системы с использованием синхронизации.

В пятой главе описан разработанный автором программный комплекс «Надежность СТС», в котором реализованы все методы и алгоритмы, рассмотренные в предыдущих главах диссертационной работы.

Программный комплекс состоит из следующих модулей: интерактивный графический препроцессор для формирования графической модели СТС, модуль программного комплекса расчета срока эксплуатации СТС и зависимости вероятности безотказной работы от времени на основе рекуррентного метода расчета надежности и классификации элементов СТС, модуль программного комплекса расчета оптимального интервала замены (ремонта) для каждого элемента СТС на основе метода управления техническим состоянием элементов СТС с применением выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, модуль программного комплекса расчета оптимального набора интервалов замен (ремонтов) элементов для всей СТС на основе генетического алгоритма для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект.

В данной главе описаны преимущества созданного программного комплекса расчета надежности СТС, на основании расчетов в котором автором построена схема управления техническим состоянием элементов СТС и СТС в целом на весь период эксплуатации.

Разработанная схема управления состоит из следующих этапов:

- на основании данных проведенных обследований производится расчет параметров функции отказов каждого элемента СТС;
- с использованием классификации элементов СТС выполняется расчет срока эксплуатации и зависимости вероятности безотказной работы СТС от времени;
- на основании исходных данных рассчитываются оптимальные интервалы замены (ремонта) для каждого элемента СТС;
- производится учет слабых звеньев;
- выполняется расчет оптимального набора интервалов замен (ремонтов) элементов для всей СТС;
- принимается решение о сокращении или продлении времени эксплуатации СТС.

Далее выполняются замены, ремонты, новые обследования, затем все расчеты производятся заново.

Созданная автором схема управления техническим состоянием элементов СТС и СТС в целом на весь период эксплуатации позволяет осуществлять эффективное управление эксплуатацией СТС.

В шестой главе выполнена адаптация разработанного программного комплекса для работы в распределенных вычислительных системах высокой производительности (HPS).

В этой главе произведено распараллеливание рекуррентного алгоритма, а также алгоритма для расчета оптимального интервала замены (ремонта) элементов СТС, и приведены расчеты с использованием этих алгоритмов.

В седьмой главе приведены результаты расчетов с использованием разработанного автором программного комплекса для нескольких эксплуатируемых в настоящее время СТС и построены схемы управления техническим состоянием на весь период эксплуатации как отдельных элементов, так и системы в целом для этих СТС.

В этой главе автором построены зависимости износа, меры повреждения и вероятности безотказной работы от прошедшей нагрузки для элементов металлического клепаного пролетного строения моста.

Полученные результаты демонстрируют важность применения разработанных методов и алгоритмов для обеспечения надежности и повышения эффективности эксплуатации сложных технических систем.

В заключении диссертационной работы сделаны следующие выводы:

1. Оптимальная стратегия эксплуатации СТС, созданная в данной работе, базируется на двух вероятностных методах: рекуррентном методе расчета надежности на основе классификации элементов СТС и методе управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами, а также на применении генетического алгоритма для достижения оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на эксплуатируемый объект.

2. Параметры функции отказов для любого элемента СТС могут быть определены на основании результатов обследований с помощью разработанного метода их расчета.

3. Созданная классификация элементов СТС позволяет моделировать влияние технического состояния этих элементов на техническое состояние всей СТС в целом.

4. Построенный в работе рекуррентный метод расчета надежности на основе классификации элементов СТС позволяет определить вероятность безотказной работы системы в целом в заданный момент времени с учетом всех произведенных замен (ремонтов) элементов этой системы в предшествующие моменты времени и срок эксплуатации СТС.

5. Замену или ремонт элемента СТС необходимо производить через оптимальный интервал времени, вычисленный с помощью разработанного метода управления техническим состоянием элементов СТС на основе выбранных функций отказов элементов с рассчитываемыми параметрами.

6. Применение модифицированного генетического алгоритма позволяет построить схему управления техническим состоянием на весь период эксплуатации элементов СТС и системы в целом, обеспечивающую достижение оптимального уровня затрат на эксплуатацию за счет минимизации количества выходов на объект при обеспечении заданного уровня надежности.

7. Созданный программный комплекс «Надежность СТС» состоит из следующих модулей: интерактивный графический препроцессор; модуль расчета срока эксплуатации СТС и зависимости вероятности безотказной работы СТС от времени; модуль расчета оптимального интервала замены

(ремонта) для каждого элемента СТС; модуль расчета оптимального набора интервалов замен (ремонтов) элементов для всей СТС.

8. Произведена адаптация разработанного программного комплекса для распределенных вычислительных систем высокой производительности и произведены расчеты с их использованием.

9. С помощью разработанного программного комплекса были построены схемы управления техническим состоянием на весь период эксплуатации элементов и системы в целом для эксплуатируемых в настоящее время СТС.

10. Созданные в диссертационной работе вероятностные методы, алгоритмы и разработанный программный комплекс могут быть основой управления техническим состоянием СТС и эффективно использоваться во всех организациях, эксплуатирующих СТС, а также в проектно-строительных организациях любой отрасли.

Внедрение результатов исследований

Основные результаты диссертационного исследования внедрены в производственную деятельность отдела «Искусственные сооружения» Московского проектно-изыскательного института «Мосжелдорпроект».

Материалы диссертационной работы были использованы в лекционных курсах, на практических и групповых занятиях по следующим дисциплинам «Дороги, мосты и переправы» для слушателей командно-инженерного факультета и «Мосты» для слушателей факультета переподготовки группы мостоиспытателей РВСН, проводимых на кафедре дорог, мостов и переправ Военного института (инженерных войск) Военного Учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации». Отдельные материалы, полученные в кандидатской диссертации Кос О.И., использованы при разработке учебника «Дороги, мосты и переправы.» /В.А. Тукин, Е.А. Луговцев, Ю.М. Шляпин [и др.]. – М.: ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ», 2020, инв. № 1698.

Результаты диссертационной работы используются в лекциях и практических занятиях по учебным дисциплинам «Оперативное планирование перевозок» и «Обеспечение безопасности движения» для студентов факультета «Управление процессами перевозок» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта».

На семинаре испытательного центра железнодорожного транспорта БелГУТа (ИЦ ЖТ БелГУТа) рассмотрена диссертационная работа Кос О.И. и сделан вывод о том, что разработанные вероятностные методы и алгоритмы позволят вычислить оптимальные интервалы ремонтов элементов пути и подвижного состава с выходом функционирования железнодорожной станции, а в перспективе отделения дороги и сети в целом на более эффективные и рациональные технологии производства планово-предупредительных ремонтов объектов железной дороги.

Достоверность полученных результатов

Теоретические результаты диссертационной работы Кос О.И. сформулированы в виде доказанных утверждений. Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается детальным обоснованием и описанием разработанных методов и алгоритмов, результатами вычислительных экспериментов и апробацией полученных научных результатов на международных и всероссийских научных конференциях.

Достоверность результатов диссертационных исследований Кос О.И. подтверждается применением широко известных достоверных математических методов исследования, таких как методы теории вероятности и математической статистики.

Достоверность полученных результатов подтверждается также воспроизводимостью результатов исследований, результатами практического применения и согласованностью результатов расчетов, полученных в разработанном программном комплексе, с данными результатов обследований СТС.

Выводы по работе логически следуют из основного содержания диссертации.

Замечания

По диссертационной работе Кос О.И. имеются следующие замечания:

- недостаточно полно описаны данные обследований СТС, эксплуатирующихся в настоящее время;
- недостаточно полно обоснована возможность применения разработанных методов и алгоритмов в других предметных областях.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Апробация работы и публикации

Основные научные результаты диссертации Кос О.И. докладывались на российских и международных конференциях и были опубликованы в 17 рецензируемых научных изданиях, в том числе 9 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и в изданиях, включенных в международную реферативную базу данных Scopus.

Опубликованные материалы освещают основные положения диссертации.

Соответствие содержание автореферата содержанию работы

Основные этапы работы, результаты и выводы представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Заключение

Диссертация выполнена на достаточно высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Работа соответствует паспорту специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» (технические науки). Диссертация является самостоятельным исследованием, содержащим совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты.

Диссертационная работа «Вероятностные методы и алгоритмы управления состоянием сложной технической системы» удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кос О. И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» (технические науки).

Диссертация и автореферат рассмотрены на методическом семинаре кафедры «Конструктивно-дизайнерское проектирование» Института дизайна и пространственных наук КФУ.

Протокол № 01 от «10» января 2025 г.
Решение принято единогласно.

доктор технических наук
(2.1.2 – Основания и фундаменты, подземные сооружения, 2.1.11 – Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия, доцент, заведующий кафедрой «Конструктивно-дизайнерское проектирование» Института дизайна и пространственных искусств КФУ



Попов Антон Олегович

кандидат технических наук
(05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, доцент, доцент кафедры «Конструктивно-дизайнерское проектирование», заместитель директора по научной деятельности Института дизайна и пространственных искусств КФУ



Загидуллин Рамиль Равильевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
420008, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18, корп.1
Тел.: +7 (843) 233-74-00
e-mail: public.mail@kpfu.ru

