

УТВЕРЖДАЮ
Проректор ФГБОУ ВО
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
доктор технических наук

А.З. Тер-Мартirosян



05 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)
на диссертационную работу «Методология определения расчетных
параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения
на основе энергетического подхода», представленную Цуприком Владимиром
Григорьевичем на соискание ученой степени доктора технических наук по специ-
альности 05.23.07 – Гидротехническое строительство

Диссертация Цуприка В.Г. посвящена решению проблемы повышения про-
ектной надежности морских ледостойких сооружений (МЛС), предназначенных
для эксплуатации в ледовых условиях арктических и субарктических морей. К
проектированию и к строительству таких гидротехнических сооружений предъяв-

ляются жесткие требования по надёжности, что требует совершенствования используемых методов расчета.

Актуальность избранной темы. Актуальность темы исследований, выполненных в диссертации, обусловлена имеющимися в современной мировой практике примерами разрушения отдельно стоящих морских гидротехнических сооружений на Балтийском, Каспийском и Азовском морях, в Бохайском заливе (КНР), что указывает на несовершенство существующих методов их проектирования. Известна проблема, связанная с возникновением явления вибрации отдельно стоящих гидротехнических сооружений вертикального типа, подверженных циклическим нагрузкам от дрейфующих ледовых полей (ЛП). Вынужденные колебания МЛС или вибрации их отдельных элементов является опасным явлением, так как они могут привести не только к таким негативным эффектам как усталостное разрушение материала конструкций, разжижение грунтов в основании сооружения и его сдвиг по дну, нарушение нормальной работы оборудования и персонала и пр., но и к появлению резонанса в системе ЛП – МЛС, усиливающего эти эффекты.

Вибрация МЛС возникает в результате периодического контактного разрушения льда в процессе взаимодействия ЛП с МЛС. В диссертации обосновывается необходимость определения характеристик циклической ледовой нагрузки, как исходных данных для выполнения динамического расчета МЛС.

Связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства. Научно-практическая направленность диссертации соответствует планам и задачам «Стратегии развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года» и содержанию основных проектов освоения месторождений углеводородного сырья на континентальном шельфе Российской Федерации. Одним из основных направлений развития шельфовых проектов является проектирование и строительство морских ледостойких гидротехнических сооружений, к надежности которых предъявляются повышенные требования эксплуатации в суровых ледовых условиях.

Степень разработанности темы исследования. В нормативных документах всех стран, регламентирующих правила определения ледовой нагрузки на сооруже-

ния, до 2010 года применялась «статическая» расчетная модель ледовой нагрузки на гидротехнические сооружения. В настоящее время нет научно обоснованного решения проблемы по определению параметров цикличности разрушения льда при его воздействии на опоры морских гидротехнических сооружений (МГТС).

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Научная новизна работы заключается:

1) в разработке новой методики, основанной на применении энергетического подхода к описанию явления контактного разрушения морского льда;

2) в предложенном автором к применению в расчетах параметров циклической ледовой нагрузки интегральном энергетическом критерии механического разрушения льда – эффективной плотности удельной упругой энергии \mathcal{E}^* ;

3) в разработке математической модели, комплексно описывающей процессов различных типов деформирования льда;

4) в разработке нового метода определения критерия динамической прочности морского льда – эффективной плотности удельной упругой энергии \mathcal{E}^* способом испытаний больших образцов различной формы на динамическое сжатие;

5) в разработке методики экспериментального определения параметров цикличности разрушения морского льда (максимального значения контактной силы и ее частоты) для динамического расчета МЛС.

Теоретическую значимость диссертационного исследования представляет математическая модель, использующая интегральный энергетический критерий разрушения льда.

Практическая значимость диссертации состоит в возможности использования полученных результатов исследований механизма разрушения морского льда для расчетно-проектной практики, в возможности выполнения расчетов динамических параметров цикличности ледовой нагрузки.

Структура диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка источников и приложений. Она содержит 394 страницы, включая 172 рисунка; 14 таблиц; список литературы из 387 источников на 20

страницах , в т.ч. 230 публикаций иностранных авторов и 4 приложения на 25 страницах. Приложения содержат термины, условные обозначения и копии документов, подтверждающих внедрение и практическое использование результатов работы.

Во введении, на примерах разрушения ряда отдельно стоящих гидротехнических сооружений обозначена проблема, связанная с возникновением вибрации при воздействии на их опоры ледовой нагрузки от циклически разрушающегося ледового покрова. Показано отсутствие системы нормирования метода расчета параметров цикличности ледовых нагрузок на шельфовые сооружения на стадии их проектирования. Сформулирована потребность научно-технического сопровождения и решения выявленной актуальной социально-экономической проблемы, путем разработки новой методологии расчета параметров динамической ледовой нагрузки, воздействующей на основания МЛС.

В первой обзорной главе отражены: специфические условия проектирования, возведения и эксплуатации МЛС вертикального типа в условиях воздействия на их цилиндрические опоры больших ЛП, имеющих скорости дрейфа до 1,8 - 2,0 м/с; параметры основных типов МЛС, реализованных на Балтике, в Бохайском заливе; примеры реализованных проектов в Арктике и на шельфе о. Сахалин и перспективные типы МЛС; анализ существующих методов расчета статической ледовой нагрузки на морские сооружения вертикального типа и методы их нормирования в проектной практике в России и за рубежом; существующие методы оценки проектной надёжности рассматриваемых в диссертации морских ледостойких гидротехнических сооружений. Рассмотренные вопросы носят, в основном, описательный характер, включая содержание раздела, где показано, что циклическая ледовая нагрузка должна рассматриваться в качестве расчетного фактора в определении надежности и долговечности МЛС, для чего необходимо иметь нормативные методы определения ее расчетных параметров.

Во второй главе, также обзорной, выполнен анализ данных, полученных поколениями инженеров и ученых, по физике и механике морского льда, как кристаллического тела со сложной структурой и текстурой, содержащей массу ячеек с

рассолом и воздушных включений, за счет чего лед обладает сложной реологией. На основании анализа многих источников автор показывает, что морской лед имеет ярко выраженные феноменологические особенности, которые, без особых допущений не предоставляют возможности отнести его ни к континууму, как эта модель материала трактуется в теории упругости, ни к «деформируемому твердому телу», ни к другим «классическим» моделям реальных материалов. Во второй части главы автором выполнен аналитический обзор всех ранее предлагавшихся по результатам экспериментальных исследований разного масштаба моделей разрушения льда – как механизмов его разрушения, которые могут использоваться для формирования математических моделей расчета ледовой нагрузки на сооружения.

Здесь автором показано, что механизм разрушения морского льда имеет комплексный характер и на данном этапе исследований не представляется возможным описать процесс его разрушения одним из известных силовых критериев его разрушения. В тоже время автор предполагает возможность установления энергетического параметра, учитывающего как скорость процессов объемного деформирования напряженного объема льда – с одной стороны, так и строение и весь комплекс физико-механических свойств льда для его конкретного состояния, определяемого температурой – с другой. Предельное значение такого параметра, должно характеризовать начало процесса механического разрушения структуры нагруженного участка льда и, соответственно, время до разрушения. что должно определяться по результатам экспериментов с натурным льдом.

Цель, объект, предмет и задачи исследования сформулированы по результатам обобщения и анализа данных литературных источников, требований нормативных документов, а также результатов, выполненных ранее автором исследований процесса взаимодействия ЛП с МЛС.

Цель диссертационного исследования, представляет собой создание научно обоснованной методики определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морское гидротехническое сооружение, основанной на использовании результатов современных теоретических и экспериментальных работ по механике разрушения материалов и в максимальной степени, учитывающей миро-

вой опыт в этой области знаний.

Объектом исследования является механизм циклического разрушения льда, генерирующий циклическую ледовую нагрузку.

В третьей главе выполнены: системно – методологический анализ макромеханических закономерностей циклического разрушения морского льда при взаимодействии с вертикальными опорами МГТС; решение концептуальной модели силового описания генерации циклической нагрузки от ЛП на МЛС; синтез концептуальной энергетической модели для описания циклического разрушения льда на контакте с преградами, которую автор принял для дальнейших исследований в качестве базовой.

Системный подход к решению рассматриваемой проблемы позволил показать, что прорезание ледового поля (объект ЛП) и колебания ледостойкого сооружения (объект МЛС) связаны одним процессом, результатом которого является послойное циклическое разрушение льда, не имеющее места в природе при поэлементном исследовании каждого из этих объектов. Структурно-функциональный анализ системы ЛП–МЛС однозначно определил роль механизма разрушения льда в ее функционировании как ее процессора, обеспечивающего достижение системой ее цели – обеспечения стабильного проектного состояния МЛС при циклическом локальном разрушении льда на кромке ЛП его опорами.

Здесь показано, что хорошо известное в настоящее время явление «пилообразной» циклической нагрузки на МЛС в реальных условиях его эксплуатации с использованием силового подхода адекватно описать не представляется возможным, потому что силовой подход уже в своей постановке не позволяет получать второй главный параметр циклической ледовой нагрузки – частоту ее пиковых значений. Поэтому необходимо рассматривать энергетический подход к решению данной задачи.

Результатом исследований, выполненных в третьей главе является принятая автором гипотеза, состоящая в том, что критерием разрушения морского льда, интегрально учитывающим и описывающим все виды его разрушения с его феноменологическими свойствами в реальном физическом состоянии и реальных усло-

виях, в которых протекает процесс разрушения, является эффективное значение критической плотности упругой внутренней энергии в структуре льда, отнесенная к единице его массы – эффективная удельная энергия механического разрушения льда - \mathcal{E}^* .

В четвертой главе «Экспериментально-теоретическое моделирование процесса циклического разрушения морского дна при динамическом внедрении в него жесткого индентора» показаны методика и результаты экспериментальных исследований для определения расчетных значений динамического критерия разрушения льда.

В качестве экспериментального метода принят метод «свободно падающих сфер» (далее – DBT метод). Метод основан на предположении, что этот метод дает интегрально отображение всего комплекса механизмов разрушения льда (дробления, смятия и экструзии продуктов разрушения, трещин в его массиве, сдвигов, преодоления сил трения на контакте и т. д.) в объеме остаточного отпечатка – каверны – «лунки». Численное значение удельной энергии механического разрушения льда \mathcal{E}_{cr} вычислялось как отношение численного значения энергии падающего тела U_T (затраченной на разрушение льда) к массе льда с плотностью ρ в объеме w образовавшегося в поверхности ледового поля отпечатка.

Существенная часть исследований, выполненных в этой главе были направлены на процедуры по верификации метода экспериментального определения удельной энергии механического разрушения льда \mathcal{E}^* , как энергетической метрики его прочности, являющейся основой предложенной в третьей главе концептуальной энергетической математической модели. Инвариантность метода к условиям эксперимента была подтверждена проведением полнофакторного эксперимента по определению численных значений величины \mathcal{E}^* , который выполнялся по плану типа $N = 2^3$. В качестве варьируемых факторов были приняты масса и скорость индентора и температура льда, определяющая его физическое состояние.

Основной вывод, полученный автором в этой главе: значения удельной энергии механического разрушения морского льда \mathcal{E}^* имеют зависимость только от температуры, которая есть единственный фактор, влияющий на значение выходно-

го параметра \mathcal{E}^* . Анализ результатов экспериментов подтвердил ранее принятую гипотезу о циклическом процессе упруго – хрупкого разрушения льда, связанном с природой послойного разрушения при накоплении упругой энергии в слое льда в напряженной зоне до критического значения ее плотности \mathcal{E}_{cr} . При этом, феномен послойного разрушения льда проявляется несколько раз в процессе одного акта внедрения сферы-индентора в массив льда.

В то же время, результаты опытов, проводившихся при одной температуре льда, но при использовании полусфер разной массы и при различной высоте их сброса показали, что график зависимости $\mathcal{E}^* = \varphi (U_{cr})$ имеет «волнообразный» характер. Не стабильность значений удельной энергии связана с явлением «недостаточности энергии индентора» на «полный цикл разрушения слоя льда», включающий растрескивание слоя, дробление крупных блоков в мелкие, их смятие в крошку и вытеснение крошки из зоны контакта. В результате неполное вытеснение продуктов разрушения льда из зоны разрушения, уменьшает значение объема отпечатка, что дает увеличенное значение удельной энергии разрушения льда. Учитывая неравномерность физико-механических свойств льда в поле, это оказалось серьезным препятствием к получению \mathcal{E}^* с гарантированной достоверностью определения расчетных значений исследуемого критерия разрушения льда.

Пятая глава содержит материалы по разработке динамической имитационной модели циклической ледовой нагрузки на шельфовые сооружения на базе энергетического критерия объемного разрушения льда. Здесь автор показал: место расчетной модели циклической ледовой нагрузки на МЛС в методе его динамического расчета; выбор концептуального подхода к методу моделирования процесса возникновения явления колебаний сооружения при разрушении льда; выбор базовых механизмов циклического разрушения льда для формирования феноменологической имитационной модели и синтез новой имитационной энергетической модели циклической нагрузки на МЛС с использованием полученных многими исследователями экспериментальных результатов по циклическому характеру ледовой нагрузки при прорезании ЛП опорой МЛС.

Разработанная автором в этой главе имитационная модель содержит все основные элементы комплексного механизма разрушения льда на контакте ЛП с МЛС: несимметричный сдвиг (скол) блоков льда от центра контакта в стороны свободных нижней и верхней поверхностей; развитие горизонтальных круговых трещин, расщепляющих плиту льда по толщине; развитие магистральных вертикальных радиальных трещин; разрушение продольных консольных балок льда, заземленных в массиве ледовой плиты дальними концами путем сколов рабочих граней; дробление льда в зоне контактной поверхности балок; смятие мелкодробленного льда в крошку; вытеснение крошки и обломков льда из зоны контакта и пр.

Такой объемный набор механизмов разрушения льда, как показано в материалах исследований автора и других исследователей, на самом деле и составляет в своей совокупности сложное комплексное явление разрушения льда кромки ледового поля на контакте с опорой сооружения. И математическое описание этого явления возможно только с помощью подхода, интегрирующего действия всех факторов через применение единой меры, характеризующей как каждый из частных процессов, так и описывающей весь их комплекс. Такой мерой является энергия, поэтому разрабатываемая в диссертации динамическая модель – энергетическая

Также в этой главе автором приведен пример «функционирования» энергетического критерия объемного разрушения льда, как виртуального самопрограммируемого процессора, выполняющего как функции интегрирования скорости нелинейного притока упругой энергии по переменному во времени и в пространстве напряженному объему льда, так и мощности ее диссипации в элементах этого объема с учетом температуры льда, его структуры и солёности. Нулевое значение непрерывно вычисляемой разницы этих двух параметров указывает на достижение критического (порогового) значения плотности потенциальной удельной энергии, что приводит в действие механизм сброса упругой энергии – разрушения этого объема льда, возбуждающего колебание сооружения.

В шестой главе дано определение параметров для расчета циклической ледовой нагрузки на вертикальные сооружения шельфа с использованием энергетиче-

ческого критерия разрушения льда. Здесь, с учетом результатов уже выполненных исследований и требований ГОСТ 27751-2014 решены запланированные для достижения цели работы следующие методологические задачи: 1) – конкретизирован «расчетный» механизм разрушения льда для разработанной имитационной модели и на основании ранее выполненных полунатурных экспериментов разработан соответствующий ему по физической природе и геометрии задачи новый, «более прямой» эмпирический способ определения численных значений критерия разрушения \mathcal{E}^* путем испытаний больших образцов на динамическое сжатие; 2) разработана методика и выполнены лабораторные эксперименты по динамическому сжатию больших образцов льда при постоянной скорости нагружения; 3) – разработана методика расчета значений параметров циклической ледовой нагрузки на МЛС по цифровой записи процесса разрушения большого образца натурального льда при его испытании; 4) – выполнены процедуры верификации метода расчета параметров циклической ледовой нагрузки; 5) – даны рекомендации по применению нового критерия динамического механического разрушения льда в расчетах параметров циклическости процесса.

На основе проведенных исследований в диссертации приводится заключение, которое отражает основные научные и практические результаты, полученные автором.

Значимость полученных результатов для развития науки. Рекомендации по использованию полученных автором результатов и выводов.

Значимость исследования состоит в прикладных аспектах разработанной автором новой методики определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морское гидротехническое сооружение, обеспечивающей получение адекватных реальному процессу разрушения льда характеристик циклической ледовой нагрузки от дрейфующих ледовых полей на морское ледостойкое гидротехническое сооружение.

Разработанная методология и методы расчетов характеристик циклическости ледовой нагрузки на морские отдельно стоящие ледостойкие гидротехнических сооружений могут быть использованы в расчетах прочности и устойчивости и

оценке надежности этих сооружений, эксплуатирующихся в суровых ледовых условиях, на стадиях проектирования, возведения и эксплуатации. Предложенные автором методики также могут быть использованы при совершенствовании нормативных документов по проблемам обеспечения надежности МГТС (особенно на стадии длительной эксплуатации).

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений обеспечивается корректным использованием системного подхода, известных методов механики деформируемого твердого тела и механики разрушения; применением планирования полнофакторного эксперимента и обработки его результатов методами математической статистики; сравнения результатов собственных численных и экспериментальных исследований с данными других авторов.

Отражение содержания в публикациях, апробация и достоинства работы. Автор опубликовал более 70 научных работ по теме, разработанной в диссертации, в том числе: **15** – в журналах из списка ВАК; **16** – в изданиях, реферируемых базами Scopus, Web of Science; **3** – в изданиях, индексируемых в базе «ядро РИНЦ». Автором получено **4** патента на полезные модели и способ испытания образцов льда.

Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации.

Более 35 раз результаты исследований автора докладывались и обсуждались на международных, всесоюзных и всероссийских конференциях и симпозиумах.

Все это свидетельствует о том, что материалы диссертации полностью отражены в опубликованных работах и апробированы в научных докладах.

Соответствие диссертационной работы специальности и критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней». Результаты рассмотрения диссертационного исследования, актуальность работы, практической значимости, научной новизны и обеспечения достоверности полученных результатов соискателя Цуприка В.Г. показали, что они соответствуют:

– частично пункту 8 – «... разработка конструкций сооружений на континентальном шельфе»,

- частично пункту 2 – «... совершенствование методов физического и математического моделирования условий работы бетонных гидротехнических сооружений в различных климатических условиях»,

- частично пункту 11 – «Эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений...»

паспорта научной специальности 05.23.07– Гидротехническое строительство (технические науки).

По диссертационной работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. Исследования в диссертации выполнялись для повышения надежности проектирования МЛС под ледовой нагрузкой. Судя по справкам в приложении, автор принимал участие в исследованиях различных объектов. И естественно ожидать в завершение диссертации демонстрации применения новых расчетных методов для реальных сооружений и их эффективности по сравнению с предшествующими методами. Найти этого в диссертационной работе не удалось.

2. Стр.342, таблица 6.5.1 Верификация расчетной модели и метода испытания образцов. Важнейший результат, но в диссертации нет никаких комментариев. Заявляется, что предлагаемые методы полностью адекватны реальным процессам. Что это значит? Как это увидеть из таблицы? Насколько полностью? Какова степень соответствия?

3. Стр.251, начало раздела 5.1, перечень расчетных параметров. Требуется определение «расчетных параметров». Это входные параметры расчета или расчетные значения рассматриваемых параметров. Под расчетными значениями принято понимать статистически определенное значение случайного фактора.

4. Далее, «продолжительность действия пика силы давления». Так сила или давление? Надо отметить, что выражение «сила давления» постоянно встречается в тексте диссертации, но объяснение этому отсутствует. Сила – это давление, проинтегрированное по площади воздействия, а давление – это сила, распределенная по этой площади. Тогда, что такое сила давления?

5. «Закон изменения нагрузки во времени или характерные частоты...».

Это совсем не одно и то же. Знание характерных частот не позволяет получить закон изменения нагрузки по времени. И далее, «и спектральные характеристики». Так спектр и дает характерные частоты.

6. Автор не затрудняет себя объяснением обозначений в формулах и уравнениях. Например, формула (1) на стр.266. Кстати, почему (1), если до нее была формула 5.3? Далее по тексту следует формула 5.3.1:

$$V_{\text{ЛП}} = dL/dt),$$

которая представляет собой вообще загадку.

7. Арктика представляет собой регион, наиболее чувствительный к изменениям климата. При прогнозировании развития шельфового строительства в этом регионе, определении расчетных значений ледовых нагрузок на проектируемые сооружения, это необходимо учитывать. Чего нет в рассматриваемой диссертационной работе.

8. В диссертации дается следующее определение имитационного моделирования, которое является важным для используемых в работе подходов (стр.206) – «Имитационное моделирование – это расчеты на ЭВМ по алгоритму, заложенному в модель с введением исходных параметров для расчета с возможностью их варьирования с целью приближения результатов расчета к данным реального процесса, для которого разработана модель». С таким определением автора трудно согласиться. Исходные параметры при моделировании варьируют не для того, чтобы подогнать модель к прототипу. А для того, чтобы моделировать реакцию на меняющиеся внешние условия. Это в корне имеет другой смысл.

9. В тексте диссертации, к сожалению, слишком много описок, несогласованных падежей и склонений. Например, только вводный абзац к главе 5:

«... необходимость решения выявленной проблемной ситуации была сформулировано ...»

«... получения расчетных максимального значения контактной силы ледового давления и расчетной частоты циклов разрушения льда ...»

«... реальным механическим процессам разрушения льда, исследовавшиеся многими авторами ...»

«... параметры, которые однозначно согласуются...» и т.д.

Отмеченные недостатки не умаляют достоинств диссертационной работы, содержащей очевидную новизну теоретических и практических методов определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения.

Заключение

Диссертация Цуприка Владимира Григорьевича «Методология определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения на основе энергетического подхода» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной по актуальной проблеме повышения проектной надежности морских ледостойких гидротехнических сооружений, предназначенных для эксплуатации в ледовых условиях арктических и субарктических морей. Полученные автором диссертации результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение. Оформление работы соответствует требованиям ГОСТ.

Автор выносит на защиту разработанные им и подтвержденные результатами экспериментов новые теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области математического описания комплексного стохастического процесса взаимодействия и разрушения морского льда с морскими гидротехническими сооружениями.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Достоверность результатов и выводов обоснована. Диссертация написана грамотно, логически структурирована и аккуратно оформлена. Автореферат объективно отражает основные положения диссертационной работы, материалы диссертации практически полностью содержатся в публикациях автора.

Диссертационная работа Цуприка Владимира Григорьевича «Методология определения расчетных параметров циклической ледовой нагрузки на морские сооружения на основе энергетического подхода» соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., а ее автор заслу-

живает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.07 – Гидротехническое строительство.

Отзыв на диссертацию Цуприка Владимира Григорьевича составлен по результатам обсуждения диссертационной работы и автореферата на заседании кафедры гидравлики и гидротехнического строительства ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) и принят единогласно 25 апреля 2022 г., протокол №10.

Заместитель заведующего кафедрой

гидравлики и гидротехнического

строительства, кандидат

технических наук, доцент



Илья Мидхатович Галимов

Профессор кафедры

гидравлики и гидротехнического

строительства, доктор

технических наук, профессор



Измаил Григорьевич Кантаржи

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет",

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26,

Телефон: +7 (495) 781-80-07,

www.mgsu.ru,

E-mail: kanz@mgsu.ru.