

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие



**«Крыловский  
государственный  
научный центр»**

(ФГУП «Крыловский государственный научный центр»)

Московское шоссе, 44, Санкт-Петербург, 196158  
тел: +7(812)415-46-07 факс: +7(812)727-96-32

e-mail: krylov@ksrc.ru www.krylov-centre.ru  
ИНН 7810213747 ОКПО 07535359 ОГРН 1027804905303

04.12.2019

№ 6400/27193-2019

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.229.13 на базе ФГАОУ ВО  
«СПбПУ Петра Великого»  
Григорьеву Б.С.

Политехническая ул. д. 29,  
Санкт-Петербург, 195251

Уважаемый Борис Семенович!

Препровождаю отзыв Крыловского государственного научного центра на автореферат диссертационной работы Керестеня И.А. «Математическое моделирование процессов укладки кабеля под водой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Приложение: отзыв на 3 л. в 2 экз.

Начальник 12 отделения, к.т.н.

М.П. Лобачев

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«КРЫЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»  
(ФГУП «Крыловский государственный научный центр»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Научный руководитель  
ФГУП «Крыловский  
государственный научный центр»,  
доктор технических наук



*В.Н. Половинкин*  
В.Н. Половинкин

« 28 » *ноября* 2019 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации **Керестеня Ильи Алексеевича** на тему «**Математическое моделирование процессов укладки кабеля под водой**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертационная работа **Керестеня Ильи Алексеевича** посвящена вопросам математического моделирования формы и натяжения провисающего участка кабеля при его укладке под водой. В основе работы в качестве математической модели кабеля используется теория механики нити, а в качестве математической модели укладки кабеля – задача Рауса-Аппеля. Объектом исследования является гетерогенная многокомпонентная конструкция подводного силового кабеля. Задачи решаются с использованием передовых компьютерных технологий.

Первые две главы диссертационной работы посвящены общим сведениям как об объекте исследования - подводном или силовом кабеле и процессе их укладки под водой, так и о математических моделях об укладке кабеля под водой. Приведена литература по современным работам в области механики деформируемого кабеля, современным математическим моделям смежных задач о швартовании, буксировке и движению системы «судно – кабель – подводный аппарат». Проведен анализ возможных направлений научного исследования проблемы.

В третьей главе диссертационной работы рассмотрено математическое моделирование укладки кабеля под водой как механической системы динамического равновесия на базе конечно-разностной схемы. Керестенем И.А. разработана новая расширенная математическая модель задачи Рауса-Аппеля, учитывающая такие нелинейные особенности как растяжимость кабеля согласно закону Гука и влияние

подводного течения с профилем скорости, изменчивым по глубине. Проведено исследование влияния механических свойств кабеля, скорости укладки кабеля и профиля подводного течения на форму и натяжение провисающего участка кабеля. В качестве практического примера Керестенем И.А. рассмотрена укладка кабеля под водой вблизи газового месторождения Ормен Ланге с учетом растяжимости кабеля и влияния подводного течения с характерным профилем скорости в Норвежском море. В работе представлен алгоритм численного решения на базе разработанного Керестенем И.А. комплекса программ.

В четвертой главе диссертационной работы рассмотрено математическое моделирование динамического движения кабеля при его укладке под водой на базе прямого конечно-элементного моделирования. Керестенем И.А. разработана новая математическая модель движения кабеля при его укладке под водой, включающая в себя разработанную программу нестационарного пространственного нагружения кабеля интегрированную в конечно-элементный программный комплекс. Проведено исследование влияния гетерогенной структуры кабеля в виде эффективных коэффициентов жесткости на исследуемые характеристики – форму и натяжение кабеля при его укладке. Также проведено исследование рассогласования скоростей схода кабеля и движения судна, вызванного сматыванием кабеля с барабана лебедки, в результате которого определено влияние времени на приобретаемую форму кабеля. Значимым является возможность расширения математической модели динамического движения кабеля нестационарными и пространственными физическими явлениями, выходящими за рамки математической модели задачи Рауса-Аппеля.

В целом, работа выполнена квалифицировано и посвящена решению сложной и актуальной технической задачи, Керестенем И.А. проведена большая работа, результаты которой могут быть интересны специалистами в данной предметной области.

К работе имеются следующие замечания:

1. Для расчета характеристик процесса укладки кабеля Керестенем И.А. разработаны комплекс программ и интегрированная программа для ЭВМ. В тексте работы отмечается, что эти программы могут быть использованы инженерами и исследователями. Вместе с тем по своей сути обе программы представляют собой программный код без интерфейса с пользователем, что может усложнить их применение специалистами, не знакомыми с основами программирования.

2. Следует отметить, что вместо Adams, стоило использовать Simpack и прямую интеграцию с Abaqus. В этом случае можно существенно сократить ресурсоемкость и временные рамки расчета, т.к. существует прямая интеграция интерфейсов.

3. В четвертой главе диссертации Керестенем И.А. рассматривается математическое моделирование динамики кабеля при его укладке под водой с использованием явной схемы решения программного комплекса ABAQUS Explicit. При этом в конечно-элементной модели вытравливание кабеля осуществляется в явном виде – в исходном положении вся планируемая для вытравливания длина кабеля расположена вертикально над поверхностью воды и опускается в воду в соответствие со скоростным

законом схода кабеля. В программном комплексе ABAQUS Explicit имеется встроенный инструмент Retractor, предназначенный для моделирования сматывания кабеля с барабана лебедки. Было бы разумно заменить явное моделирование вытравливания кабеля на использование встроенного инструмента из соображений уменьшения трудоемкости при подготовке математической модели, проведении моделирования и обработке результатов.

По результатам рассмотрения автореферата могут быть сформулированы следующие **выводы**:

- Диссертационная работа **Керестень Ильи Алексеевича** представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему на высоком уровне, и в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».
- Диссертация соответствует критериям, установленным "Положением о присуждении учёных степеней" (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»), а ее автор **Керестень Илья Алексеевич** заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Начальник отделения математического моделирования  
и высокопроизводительных вычислений,  
кандидат технических наук  
Михаил Павлович Лобачёв

М.П. Лобачёв

Подпись М.П. Лобачёва заверяю.  
Начальник отдела кадров



Н.В. Мещерякова

Организация: ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

Сайт: [www.krylov-centre.ru](http://www.krylov-centre.ru)

Адрес: 196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44

Тел.: (812) 415-45-99

E-mail: [M\\_Lobachev@ksrc.ru](mailto:M_Lobachev@ksrc.ru)