

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПМаш РАН)**

В.О., Большой проспект, д.61, Санкт-Петербург, 199178
Тел.: (812)-321-4778; факс: (812)-321-4771; www.ipme.ru

ОГРН 1037800003560, ИНН/КПП 7801037069/780101001



УТВЕРЖДАЮ
Врио директора
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки
Институт проблем машиноведения
Российской академии наук (ИПМаш РАН)
доктор технических наук
В.А.Полянский
«02» декабря 2019



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Керестеня Ильи Алексеевича

«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.

Актуальность темы исследования весьма высока, так как направлена на повышение надежности и функциональности современных кабелеукладчиков. Прокладка подводных коммуникационных и силовых кабелей под водой – это очень важная и сложная технология для экономичного и надежного установления стабильных мировых информационных и энергетических связей. Укладка кабеля под водой – это не

только очень важный, но и весьма сложный процесс, учитывая среднюю глубину океана более трех километров и протяженность кабельных линий несколько тысяч километров.

Основной целью диссертации является разработка цифровой физико-математической модели процесса укладки кабеля под водой, позволяющей учитывать многочисленные физические явления, существенные при проведении реальных морских строительных работ.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений с листингами программ и комментариями к ним, содержит 45 рис. и 3 табл. Общий объем составляет 120 с.

Краткое содержание

Во введении актуализирована тема диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, показана научная новизна исследования, дан краткий обзор литературы по теме, приведено краткое описание работы.

В главе 1 приведен литературный обзор, общие сведения о процессе исследования – укладке кабеля под водой, а также об объекте исследования – подводном кабеле.

В главе 2 изложено детальное описание современного состояния, а также истории открытия и развития математических моделей об укладке кабеля. Приведено описание современных математических моделей смежных задач о швартовании, буксировке и движению системы «судно – кабель – подводный аппарат». Схожесть этих классов задач обусловлена использованием теории механики нити и учетом гидродинамических сил сопротивления воды.

В главе 3 рассматривается математическое моделирование динамического равновесия кабеля при его укладке под водой в состоянии т.н. «кажущегося покоя». Учтены растяжимость кабеля согласно закону Гука и влияние подводного течения с профилем скорости, изменчивым по глубине. Проведены численные проверки и сравнение с известным аналитическим решением с использованием разработанного автором комплекса программ. Рассмотрено влияние механических свойств кабеля и согласованной скорости укладки на форму и натяжение провисающего участка кабеля.

Выполнена оценка формы и натяжения кабеля вблизи газового месторождения Ормен Ланге.

В главе 4 рассматривается математическое моделирование движения кабеля при его укладке под водой с использованием разработанной автором интегрированной программы нестационарного пространственного нагружения кабеля. Приведено описание интегрированной программы для формирования силы, действующей в специальных условиях. Учтена многокомпонентная гетерогенная микроструктура кабеля в виде эффективных характеристик кабеля и рассогласованность скорости схода кабеля, вызванная сматыванием с барабана лебедки.

В заключении сформулированы основные выводы

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Основную теоретическую ценность в работе представляет всестороннее цифровое математическое моделирование подводной кабелеукладки с учетом физических явлений, существенных при проведении реальных морских работ.

Практическая ценность заключается в оперативном инженерном определении нагруженности кабеля с последующей оценкой запасов прочности при его укладке под водой посредством разработанного комплекса программ, с учетом влияния профиля подводного течения.

Степень обоснованности и достоверность результатов подтверждаются многочисленными верификационными проверками, обоснованным применением современных программных систем, а также адекватностью физического представления о процессе и объекте исследования, проведением проверки численных методов, а также сравнением с известным аналитическим решением Меркина.

Степень новизны полученных результатов

Впервые учтены профиль подводного течения для задачи Рауса-Аппеля и многокомпонентная гетерогенная микроструктура кабеля в виде эффективных

характеристик кабеля и рассогласованность скорости схода кабеля, вызванная сматыванием с барабана лебедки, а также проведено исследование влияния скорости укладки кабеля, механических свойств кабеля, подводного течения, микроструктуры и параметров рассогласованного движения на форму и натяжения провисающего участка кабеля.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 9 работ, из которых 2 – в рецензированных журналах из перечня ВАК РФ по специальности диссертационной работы, а также имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Ввиду большого объема и широкой разноплановости работы возникают **вопросы по автореферату.**

1. Из результатов сравнения форм статического провиса кабеля по высокой эффективной изгибной жесткости делается вывод о недостаточности использования теории механики нити **только** для одножильного кабеля с одиночным бронированием. Означает ли это, что балочная модель колебаний актуальна лишь этого типа кабеля, а для всех остальных достаточно использования более простой теории колебаний нити?
2. Результатом первостепенной важности представляется расчет распределения натяжения на установившейся форме кабеля, рис. 2 и 4 б. Практическим применением этого результата была бы формулировка вывода об определенном существующем запасе прочности для эксплуатируемых кабелеукладчиков.
3. Форма кабеля рис. 4 б на с. 12 показывает, что он является криволинейным стержнем с имеющимся участком достаточно большой кривизны. Неизвестные продольные и поперечные смещения в уравнениях плоских колебаний стержней большой кривизны взаимосвязаны. Используемые же для моделирования уравнения колебаний (11) на с. 12 – для прямолинейных стержней, адекватные только для стержней малых кривизн. Следовало бы

указать, что отношение наибольшего размера сечения вдоль радиуса кривизны к самому радиусу кривизны нигде не превышает $1/5$.

4. Одной из ключевых составляющих разработанной конечно-элементной модели является горизонтальная абсолютно жесткая поверхность, иллюстрирующая поверхность дна. Является ли актуальным моделирование и выявление опасных выступов и впадин профилей дна, а также сдвигов основания?

Указанные вопросы не снижают ценности полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Судя по автореферату, диссертационная работа Керестеня Ильи Алексеевича является завершенной научно-квалификационной работой, весьма актуальной и практически значимой. Новые результаты имеют серьезное теоретическое и практическое значение. Полученные в работе результаты являются обоснованными и достоверными.

Диссертация Керестеня Ильи Алексеевича соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Свияженинов Евгений Дмитриевич
докт.техн.наук, вед.научн.сотр.
лаборатории мехатроники

Свияженинов Е.Д.



Почтовый адрес:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт проблем машиноведения

Российской Академии Наук (ИПМаш РАН)

Санкт Петербург, Россия

199178, Васильевский остров, Большой проспект, 61

Тел. : +7-812-321-4778

e-mail: ipmash.ran@gmail.com