



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР  
Н.А. Кострикова  
18.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В  
АСПИРАНТУРЕ  
**РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ**  
**С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Группа научных специальностей  
2.5 Машиностроение

Научная специальность  
2.5.18. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ СУДОВ

Отрасль науки: технические науки

Институт морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК	Кафедра кораблестроения
ВЕРСИЯ	1
ДАТА ВЫПУСКА	14.02.2022

Рабочая программа дисциплины  
«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

---

## 1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «**Расчеты прочности, вибрации и сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов**» являются изучение теоретической базы и практических приемов определения прочностных, вибрационных и технологических качеств (сварочных деформаций) объектов морской (речной) техники с использованием метода конечных элементов, а так же получение теоретических и прикладных знаний, умений и навыков по вопросам построения конечно-элементных моделей корпусных конструкций и выполнения расчетов для создаваемых и эксплуатируемых объектов морской (речной) техники.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «**Расчеты прочности, вибрации и сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов**» относится к образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры по научной специальности **2.5.18. Проектирование и конструкция судов** и является базой для подготовки к кандидатскому экзамену и проведения научно-исследовательской деятельности.

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «**Расчеты прочности, вибрации и сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов**» аспирант должен:

### **Знать:**

- теоретические основы метода конечных элементов и его возможности для определения прочностных, вибрационных и технологических качеств конструкций объектов морской техники;
- основы построения расчетных моделей с использованием метода конечных элементов.

### **Уметь:**

- пользоваться технической литературой и нормативными документами, связанными с использованием метода конечных элементов;
- проектировать гражданские суда и оценивать их технические характеристики использования метода конечных элементов;
- использовать навыки построения конечно-элементных моделей и работы с программными комплексами для исследования прочностных, вибрационных и технологических качеств конструкций объектов морской техники.

### **Владеть:**

- навыками создания расчетных 3-D моделей конструкций корпуса, построенных с использованием метода конечных элементов;

Рабочая программа дисциплины  
«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

---

- навыками практического применения метода конечных элементов в расчетах прочности, вибрации и сварочных деформаций судовых конструкций и их элементов.

#### **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Тема 1. Проблематика, цели и задачи расчетных методов**

Проблематика, цели и задачи расчетных методов. Основные направления совершенствования и развития теоретического аппарата, связанного с расчетами судовых конструкций методом конечных элементов. Современные методологические подходы к решению задач прочности, вибрации и сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов

##### **Тема 2. Основные положения и область применения метода конечных элементов в расчетах судовых конструкций**

Основные положения и область применения конечных элементов в расчетах судовых конструкций. Классификация конечных элементов. Основные сведения о матрицах и матричных операциях. Основные сведения о программных комплексах использующих метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций. Составные части программного комплекса и их назначение. Предварительная подготовка и вход в программу. Основные стадии решения задач. Типы основных файлов, создаваемых и используемых программой

##### **Тема 3. Применение метода конечных элементов в расчетах прочности корпуса судна, его конструкций и элементов**

Основные положения построения трехмерных конечно-элементных моделей в расчетах прочности судовых конструкций. Этапы численного исследования прочности конструкций. Метод перемещений. Учет геометрической и физической нелинейности в расчетах прочности. Методические основы исследования параметров прочности корпуса и его конструкций с использованием трехмерных конечно-элементных моделей. Логическая схема и алгоритмы исследований. Выбор типа конечных элементов, построение модели, назначение граничных условий, приложение нагрузок корпусу его конструкциям и элементам.

##### **Тема 4. Применение метода конечных элементов в расчетах вибрации корпуса судна, его конструкций и элементов**

Основные положения построения трехмерных конечно-элементных моделей в расчетах вибрации судовых конструкций. Этапы численного исследования вибрационных характеристик конструкций. Методические основы исследования вибрации корпуса с балочных конечно-элементных моделей. Методические основы исследования вибрации конструкций с использованием трехмерных конечно-элементных моделей. Логическая схема и алгоритмы исследований. Выбор типа конечных элементов, построение модели, назначение граничных условий, приложение нагрузок корпусу его конструкциям и элементам.

##### **Тема 5. Применение метода конечных элементов в расчетах сварочных деформаций корпусных конструкций**

Рабочая программа дисциплины  
**«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
 ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

Основные положения построения трехмерных конечно-элементных моделей в расчетах сварочных деформаций судовых конструкций. Этапы численного исследования влияния тепловых процессов на деформацию конструкций. Методические основы исследования сварочных деформаций конструкций с использованием трехмерных конечно-элементных моделей. Логическая схема и алгоритмы исследований. Выбор типа конечных элементов, построение модели, назначение граничных условий

### 5 ОБЪЕМ (ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (ЗЕТ), т.е. 72 академических часов контактной (лекционных) занятий и самостоятельной учебной работы студента; работой, связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы студента приведено ниже.

Форма аттестации по дисциплине:

очная форма, 2 год обучения – зачет

Таблица 1 - Объем (трудоёмкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СРС	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
<b>2 год обучения, трудоемкость – 2 ЗЕТ (72 часов)</b>					
Тема 1. Проблематика, цели и задачи расчетных методов	-	-	-	8	8
Тема 2. Основные положения и область применения метода конечных элементов в расчетах судовых конструкций	-	-	-	16	16
Тема 3. Применение метода конечных элементов в расчетах прочности корпуса судна, его конструкций и элементов	-	-	-	16	16
Тема 4. Применение метода конечных элементов в расчетах вибрации корпуса судна, его конструкций и элементов	-	-	-	16	16
Тема 5. Применение метода конечных элементов в расчетах сварочных деформаций корпусных конструкций	-	-	-	16	16
<b>Учебные занятия</b>	-	-	-	72	72
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>зачет</b>				
<b>Итого по дисциплине</b>					<b>72</b>

Рабочая программа дисциплины  
«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

*ЛЗ - лабораторные занятия, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа аспирантов. Заочная форма обучения – не предусмотрена.*

## 6 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторные занятия не предусмотрены

## 7 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практические занятия не предусмотрены

## 8 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ

Таблица 3-Объем (трудоемкость освоения) и формы СР

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Формы контроля
1	Освоение лекционного материала	24	Тест по контрольным вопросам
2	Выполнение индивидуального задания	48	Текущий контроль
Итого		<b>72</b>	

Индивидуальное задание выполняется в течение второго семестра, представляет собой разработку одного из вариантов:

- разработка математической модели надстройки малого (среднего) судна;
- разработка математической модели фундамента малого (среднего) судна;
- разработка математической модели перекрытия малого (среднего) судна.

## 9 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА

### Основная учебная литература

1. Гайкович А.И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т.1. Описание системы «Корабль» /А.И. Гайкович. – СПб.: Изд-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. – 819 с.
2. Гайкович А.И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т.2. Анализ и синтез системы «Корабль» /А.И. Гайкович. – СПб.: Изд-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. – 812 с.
3. . Александров В.Л. Борьба с вибрацией на судах /В.Л. Александров, А.П. Матлах, В.И. Поляков. Под общ.ред. В.Л. Александрова. – СПб,; Мор Вест, 2005. - 424 с.

### Дополнительная учебная литература

Рабочая программа дисциплины  
**«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
 ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

---

1. Бронников А.В. Проектирование судов: учебник / А.В. Бронников. – Л.: Судостроение, 1991. – 320 с.
2. Зуев В.А. Выбор основных характеристик морских транспортных судов на начальной стадии проектирования: учебное пособие / В.А. Зуев, Н.В. Калинина, Ю.И. Рабазов. – Нижний Новгород, Изд-во Нижегород. Гос. техн. ун-т, 2007. – 225 с.
3. Иванов В.П. Техничко-экономические основы создания рыболовных судов: учебник: /В.П. Иванов // - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010. – 275с.
4. Пашин В.М. Оптимизация судов: систем. подход - мат. модели / В.М. Пашин. – Л.: Судостроение, 1983. – 296 с.
5. Проектирование судов внутреннего плавания / Н.К. Дормидонтов [и др.]. - Ленинград : Судостроение, 1974. – 335 с.
6. Каплун А.Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство /А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева / Предисл. А.С. Шадского. Изд. 4-е. – М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 272 с.
7. Метод суперэлементов в расчетах инженерных сооружений / В.А. Постнов, С.А. Дмитриев, Б.К. Елтышев, А.а. Родионов. Под общей редакцией В.А. Постнова. – Л.; Судостроение, 1979. – 288 с.
8. Постнов В.А. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций / В.А. Постнов, И.Я. Хархурим. – Л., Судостроение, 1974. – 344 с.
9. Притыкин И.А. Программирование расчетов конструкций методом конечных элементов/ И.А. Притыкин. – Калининград, 1991. – 352 с.
10. Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов: Справочник / В.И. Мяченков, В.П. Мальцев, В.П. Майборода и др.; под общ.ред. В.И. Мяченкова. – М.: Машиностроение, 1989. – 520 с.
11. Правила классификационных освидетельствований судов в эксплуатации [Электронный ресурс] : НД № 2-020101-012 / Рос. мор. регистр судоходства. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2018. (ЭБ «НТБ КГТУ» - Правила Российского регистра судоходства).

**Периодические издания:**

1. «Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология».
2. «Известия КГТУ». Научный журнал.
- 3.«Морской Вестник». Научно-технический и информационно-аналитический журнал.
4. «Судостроение». Научно-технический и производственный журнал.

**10 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ  
 ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Каждый обучающийся в течение всего периода изучения дисциплины обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭБС IQEIB, Лань;

Рабочая программа дисциплины  
**«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
 ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

---

Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГТУ» АБИС Ирбис, Консультант Плюс, Технорматив). Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), и отвечающая техническим требованиям ФГБОУ ВО «КГТУ» как на территории университета, так и вне его.

#### **Программное обеспечение**

1. Программное обеспечение Microsoft, получаемое по программе "OpenValueSubscription";
2. Учебный комплекс программного обеспечения ВЕРТИКАЛЬ V 4;
3. Программный комплекс AutoDesk для учебных заведений EducationMasterSuite: AutoCAD, AutoCADCivil 3D и т.д.;
4. Коммерческая версия САПР AutodeskAutoCAD 2016;
5. Программа MathCAD 2015;
6. Справочно-правовая система «ГАРАНТ»;
7. Профессиональная справочная система «Техэксперт».

#### **Веб-сайты с электронными ресурсами по специальности:**

- Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»;
- Электронно-библиотечная система ФГБОУ ВПО «КГТУ». Режим доступа свободный [Электронный ресурс] – URL: <http://www.klgtu.ru/library/>;
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – URL: <http://lanbook.com/ebs.php>;
- База данных ВИНИТИ. Режим доступа свободный [Электронный ресурс] – URL: <http://www.viniti.ru/bnd.html>;
- Справочно-правовые системы «Гарант», «КонсультантПлюс», информационно-справочная система «Технорматив».
- <http://cyberleninka.ru/article/c/biotehnologiya> - научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
- <http://www.book.ru> - электронная библиотека Book.ru
- <http://seatracker.ru/> - 666 книг по судостроению и судоремонту. Форматы книг: PDF, DJVU, DOC

### **11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для аудиторных занятий по дисциплине **«Расчеты прочности, вибрации и сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов»** используется материально-техническая база кафедры кораблестроения, учебного корпуса № 1 (г. Калининград, Профессора Баранова, 43, УК № 1), ауд. 309Б - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная

Рабочая программа дисциплины  
«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

---

аудитория укомплектована специализированной (учебной) мебелью - учебной доской, столом преподавателя, партами, стульями. В процессе работы могут использоваться компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения. Последние оснащены операционной системой Windows 10 (получаемой по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024), офисным приложением MS Office Standard 2010 (получаемым по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024), Kaspersky Endpoint Security (17E0-210119-091510-800-717 до 13.02.2022), Google Chrome (GNU). Программный комплекс AutoDesk для учебных заведений Education Master Suite: AutoCAD, AutoCAD Civil 3D (Договор #110001955026, Договор #110001703865, Договор #110001781500). Программа MathCAD 2015 (Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013).

При освоении дисциплины используется материально-техническая база кафедры и НИЦ Судостроения:

- специализированная аудитория кафедры № 309б;
- компьютерный класс № 307 б;
- модели судов отраслевой лаборатории мореходных качеств и кафедры кораблестроения;
- техническая литература и нормативно-техническая документация, по теме дисциплины, имеющаяся в наличии в техническом архиве НИЦ Судостроения и кафедры кораблестроения.

Для самостоятельной работы аспирантов используется помещение для самостоятельной работы по адресу г. Калининград, Советский проспект, 1, ГУК, ауд. 155б. Помещение оснащено столами и стульями, имеется 10 компьютеров с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения. Типовое ПО на всех ПК: 1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024); 2. Офисное приложение MS Office 2010 ((получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V6465252 дата окончания 29.02.2024); 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-210119-091510-800-717 до 13.02.2022); 4. Google Chrome (GNU); 5. Эффектон (договор №348 от 29 августа 2013). Программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ с учетом рекомендаций и Примерной ОП ВО по научной специальности **2.5.18. Проектирование и конструкция судов.**

## **12 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ**

Оценочные средства по дисциплине представляются в виде фонда оценочных средств (ФОС). Требования к структуре и содержанию ФОС по дисциплине определяются Положением по ФОС.



Рабочая программа дисциплины  
«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

---

### **13 ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

13.1 На лекциях рассматриваются проблематика, цели и задачи дисциплины, как сложной открытой системы, а также современные достижения мирового судостроения в области расчетных методов. Рассматривается подсистема судна «Корпус и надстройки». Рассматриваются основные положения и область применения конечных элементов в расчетах судовых конструкций. Классификация конечных элементов. Основные сведения о матрицах и матричных операциях. Основные сведения о программных комплексах использующих метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций. Составные части программного комплекса и их назначение. Предварительная подготовка и вход в программу. Основные стадии решения задач. Типы основных файлов, создаваемых и используемых программой при чтении. Для лекций по данной дисциплине используется аудитория 309Б, демонстрационные плакаты и слайды по дисциплине.

### **14 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа аспирантов включает в себя подготовку к лекционным и практическим занятиям, выполнению и оформлению индивидуального задания и его защите, подготовки к текущему контролю знаний (выполнение контрольной работы, тестирование), подготовку к зачету.

Перечень литературы, рекомендуемой для использования при самостоятельном изучении дисциплины, приведен в настоящей учебной программе дисциплины (раздел 9).

Выполнение самостоятельной работы осуществляется по графику, который разработан преподавателем и передается аспиранту для ознакомления. Такой график обеспечивает постоянную и ритмичную работу аспиранта по данной дисциплине в течение 2 года обучения.

Рабочая программа дисциплины  
«РАСЧЕТЫ ПРОЧНОСТИ, ВИБРАЦИИ И СВАРОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

---

### 15 СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ

Рабочая программа дисциплины «Расчеты прочности, вибрации и сварочных деформаций с использованием метода конечных элементов» представляет собой образовательный компонент программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ» по научной специальности **2.5.18. Проектирование и конструкция судов.**

Автор программы - доцент, д.т.н. Дятченко Сергей Васильевич,  
доцент, д.т.н. Морозов Владимир Николаевич.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры кораблестроения (протокол № 5 от 01.03.2022 г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., доцент. Дятченко С.В.

Согласовано:

Заместитель директора  
института по НиМД

Е.С. Землякова

Начальник УПКВНК

Н.Ю. Ключко