

Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ КемГУ
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет физики, информатики, математики и экономики
Кафедра математики, физики и математического моделирования

Каледин Валерий Олегович

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

*Методические указания для выполнения курсовой работы
обучающихся по направлению подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика*

*Направленность (профиль) подготовки академической магистратуры
«Математическое моделирование»*

Год набора - 2020

Новокузнецк – 2020

Каледин В.О. (сост.)

Организация и планирование научно-исследовательской работы: метод. указ. для выполнения курсовой работы обучающихся по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень магистратуры) / В.О. Каледин. - Новокузнецк ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2020. – 15 с. - Текст: непосредственный.

В настоящих методических указаниях для студентов представлена специфика выполнения курсовой работы по учебной дисциплине «Организация и планирование научно-исследовательской работы». Рассмотрена организация работы обучающихся над курсовой работой, в том числе внеаудиторной. Охарактеризованы особенности планирования выполнения курсовой работы (формулировка цели, постановка задач, составление технического задания и др.)

Рекомендовано
на заседании кафедры
математики, физики и математического
моделирования
22 октября 2020г.
Заведующий кафедрой



/ Е.В. Решетникова

Каледин В.О., 2020
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный
университет», Новокузнецкий
институт (филиал), 2020

Текст представлен в авторской редакции

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛАМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	8

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящие методические указания для выполнения курсовой работы по учебной дисциплине «Организация и планирование научно-исследовательской работы» подготовлены в соответствии с учебным планом направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень магистратуры) и рабочей учебной программы по дисциплине.

Дисциплина изучается в семестрах 1 и 2 магистрантами очной и очно-заочной форм обучения.

Цель учебной дисциплины - формирование профессиональных знаний, умений и навыков проведения самостоятельных научных исследований.

В результате изучения данной учебной дисциплины обучающийся должен быть способен:

- проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем (ПК-1).

Студент, изучивший дисциплину «Организация и планирование научно-исследовательской работы», должен:

знать:

- понятие нового научного результата в области прикладной математики и информатики;
- порядок и особенности проведения научного исследования самостоятельно и в составе научного коллектива;

уметь:

- составлять научные обзоры, рефераты и библиографии по тематике проводимых исследований;
- готовить научные и научно-технические публикации по тематике проводимых исследований;

владеть:

- навыками организованной коммуникации в научных семинарах, научно-тематических конференциях, симпозиумах;
- способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.

При реализации учебной дисциплины «Семинар по научно-исследовательской работе» предусматривается выполнение курсовой работы во 2-м семестре. На курсовую работу отводится 10 часов самостоятельной работы магистранта.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Организация и планирование научно-исследовательской работы» является структурно обособленной составной частью научно-исследовательской работы магистранта и направлена на формирование умений и навыков организации и планирования самостоятельной исследовательской работы.

Объект и предмет планируемого исследования определяются в соответствии с планом научно-исследовательской работы магистранта.

Рекомендуемые темы курсовой работы:

Планирование исследования объекта (в соответствии с темой НИР магистранта) методом вычислительного эксперимента.

Планирование исследования алгоритма решения прикладной задачи моделирования в соответствии с темой НИР магистранта.

Планирование модификации типовой математической модели применительно к объекту исследования в соответствии с темой НИР магистранта.

Планирование модернизации и исследования прикладной программы для вычислительного эксперимента в соответствии с темой НИР магистранта.

Курсовая работа должна включать следующие разделы:

1. Краткий обзор состояния вопроса по теме исследования.
2. Обоснование актуальности планируемой работы.
3. Формулировка цели и задач исследования.
4. Планируемые результаты.
5. Планируемый метод и этапы его применения.
6. Ресурсы исследования: календарный план, информационные и материальные (в том числе компьютерные) ресурсы.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАЗДЕЛАМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. Объект, предмет и тема планируемого исследования

При выполнении необходимо обсудить объект и предмет исследования с руководителем НИР магистранта. Рекомендуется в рамках курсовой работы планировать выполнение части НИР, наиболее существенной для первого года исследования.

2.2. Краткий обзор по теме исследования и обоснование актуальности

При выполнении краткого обзора необходимо сформировать библиографический список (10-12 публикаций) из важнейших основополагающих работ и публикаций последних лет. Каждая рассматриваемая публикация должна быть охарактеризована с позиций её возможной роли в планируемом исследовании, достоинств и недостатков (2-3 предложения). Характеристика литературного источника должна использоваться при обосновании актуальности планируемой работы.

Пример краткого обзора по теме исследования приведен в приложении.

2.3. Формулировка цели и задач исследования

При формулировке цели и задач планируемого исследования необходимо:

- вначале предложить собственный вариант формулировок;
- обсудить их с научным руководителем и при необходимости уточнить.

Цель должна быть достижимой в течение НИР магистранта. Задачи должны приводить к достижению цели планируемой работы.

2.4. Планируемые результаты

Должны быть запланированы:

- результаты интеллектуальной деятельности (например, математическая модель, алгоритм, численная схема, программа для ЭВМ);
- публикации и публичные выступления по теме НИР магистранта.

2.5. Планируемый метод и этапы его применения

Следует охарактеризовать метод решения задачи, который планируется использовать.

Если предполагается использовать нетривиальный многошаговый метод, приводится характеристика каждого этапа в отдельности.

2.6. Ресурсы исследования

Планируемые ресурсы состоят из временных, информационных и материальных ресурсов.

Временные ресурсы характеризуются календарным планом. Работа должна быть разделена на этапы: как минимум – по семестрам, но можно планировать и большее число этапов меньшей продолжительности.

Информационные ресурсы – это книги, публикации в периодике, электронные ресурсы, специализированные или универсальные компьютерные программы. Учитываются также учебные материалы кафедры и других подразделений университета. Планируемые ресурсы должны быть доступны для магистранта.

Материальные ресурсы – для теоретических (расчётных) работ ограничиваются используемой компьютерной техникой. В случае экспериментальных исследований включают также лабораторное оборудование. Если эксперименты проводятся на производственной научно-исследовательской практике, планируется использовать оборудование базы практики (по согласованию с руководителем НИР магистранта).

2.7. Заключение

В заключении делаются общие выводы по курсовой работе.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная учебная литература:

1. Кукушкина, В.В. Организация научно-исследовательской работы студентов (магистров) [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 264 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=361222>

2. Исакова, А.И. Научная работа [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Исакова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск: ТУСУР, 2016. - 109 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480807>

Дополнительная учебная литература:

1. Кузнецов, И.Н. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: Учебное пособие / И.Н. Кузнецов. – 5-е изд., перераб. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 282 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573392>

2. Даниленко, О.В. Теоретико-методологические аспекты подготовки и защиты научно-исследовательской работы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / О.В. Даниленко, И.Н. Корнева, Тихонова Я.Г.— Москва : ФЛИНТА, 2016. — 182 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/83895>.

3. Ишина, И.В. Финансирование научно-исследовательских работ: российский и зарубежный опыт [Электронный ресурс]: монография / И.В. Ишина, В.В. Завгородняя. — Москва : Дашков и К, 2016. — 162 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94039>

4. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Б. Рыжков.— Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30202>.

4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет физики, информатики, математики и экономики
Кафедра математики, физики и математического моделирования

ПЛАНИРОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

*Курсовая работа по дисциплине
«Организация и планирование научно-исследовательской работы»*

*Направление подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика*

*Направленность (профиль) подготовки академической магистратуры
«Математическое моделирование»*

*Выполнил: студент группы ПММ-20
Иванов Иван Иванович*

Проверил:

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Краткий обзор состояния вопроса по теме исследования	Ошибка! Закладка не определена.
2. Обоснование актуальности планируемой работы	Ошибка! Закладка не определена.
3. Формулировка цели и задач исследования	Ошибка! Закладка не определена.
4. Планируемые результаты	Ошибка! Закладка не определена.
5. Планируемый метод и этапы его применения	Ошибка! Закладка не определена.
6. Ресурсы исследования	Ошибка! Закладка не определена.
6.1. Календарный план	Ошибка! Закладка не определена.
6.2. Информационные ресурсы	Ошибка! Закладка не определена.
6.3. Материальные ресурсы	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.

1. КРАТКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее значимы с точки зрения задач настоящей работы тепловые явления, вызванные накоплением разрушений.

В рассматриваемом диапазоне температур в полимерных композиционных материалах не происходят химические процессы, т.е. материал можно считать химически инертным. Поэтому тепловые процессы сводятся к выделению тепла, теплопередаче в объеме материала и теплоотдаче в окружающую среду.

Задачи теплопередачи достаточно хорошо изучены, как при постоянных, так и при переменных коэффициентах теплопроводности [1, 2]. С принципиальной точки зрения не представляет сложности расчет температурного поля, если теплофизические характеристики материала, форма элемента конструкции, начальные условия и условия теплообмена известны. Такой расчет выполняется путем решения начально-краевой задачи теплопроводности [1]. Особенностью композиционных материалов является анизотропия, которая должна быть учтена в уравнении теплопроводности.

Изменение температуры приводит к появлению температурных напряжений, которые дополнительно изменяют напряженно-деформированное состояние. Таким образом, задача получается связанной: температурное поле зависит от напряженно-деформированного состояния, а оно само зависит от температуры. Аналогичная ситуация возникает при учете влияния температурных деформаций на тепловые потоки в рамках связанной задачи термоупругости [3; 4], но связанность в указанных случаях возникает как следствие изменения метрического тензора при деформации, а различие решений связанной и несвязанной задачи заметно только при высоких температурах.

Аналитическое решение связанной задачи затруднено. Этим определяется необходимость использования численных методов решения и соответствующих программных средств.

Среди прикладных пакетов численного анализа, широко применяющихся для исследований и проектирования различных конструкций и предоставляющих возможность решения связанных задач, наибольшую известность получили такие программы, как ANSYS, ADINA, ABAQUS, COMSOL, LS-DYNA, NASTRAN.

Программная система ANSYS [5] имеет многоцелевую направленность, поддержку широкого набора сопряженных областей физики, возможность использования модели, созданной на PC на суперкомпьютере, при этом интерфейс программы достаточно сложный, а код программы закрыт.

Конечно-элементный комплекс ABAQUS [6, 7] построен по модульному принципу и также предоставляет возможность решения связанных задач в области прочности конструкций для следующих типов анализа: тепло - механика; тепло - электричество; поток в пористой среде - механика, напряжения - диффузия массы, пьезоэлектрика, акустика - вибрации, позволяя учесть как физические, так и геометрические нелинейности.

Пакет программ ADINA [8] предоставляет возможность решения связанных задач конструкция-жидкость и конструкция-тепло. Данный программный продукт имеет доступную теоретическую базу в виде трудов профессора Массачусетского технологического университета Клауса Юргена Бейфа [9, 10], но код программы в то же время остается закрытым.

Для решения связанных задач в программном пакете COMSOL Multiphysics не требуется глубокого знания математической физики и метода конечных элементов, так как его встроенные физические режимы предусматривают задание понятных физических свойств и условий (коэффициентов теплопроводности, теплоемкости, теплоотдачи, объемной мощности и т.д.); преобразование этих параметров в коэффициенты дифференциальных уравнений в частных

производных также происходит автоматически. Работа с программой может осуществляться двумя способами: через графический интерфейс пользователя, либо с использованием скриптов на языке COMSOL Script или на языке MATLAB. Для расчета связанных задач используется взаимодействие между специализированными модулями.

Пакет прикладных программ LS-DYNA [11] предназначен для анализа высоконелинейных и быстротекущих процессов в задачах механики твердого и жидкого тела, эффективного численного моделирования высоконелинейных термомеханических задач, таких как процессы обработки металлов давлением, ударно-контактные взаимодействия с разрушением, сейсмические и взрывные воздействия на конструкцию, квазистатическое нагружение, анализ повреждений, развитие трещин, падение и пробивание. Программный код LS-DYNA полностью распараллелен и векторизован, программа имеет доступ практически ко всем препроцессорам конечно-элементных моделей, большинству известных конечно-элементных пакетов (в т.ч. прямой к ANSYS и NASTRAN), CAD-системам.

Наряду с перечисленными программными комплексами, в задачах исследовательского характера часто применяются специально разработанные авторские программы, часто имеющие достаточно развитые инструментальные средства. Так, исследовательский пакет прикладных программ «Композит НК» [12, 13] имеет частично открытый код, включающий средства визуального программирования, справочно-информационную систему поддержки открытого кода и контроля релевантности, библиотеку функциональных объектов, а также средства подготовки исходных данных и представления результатов вычислительного эксперимента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ОБЗОРУ

1. Лыков, А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков – М.: Высш школа, 1967. – 599 с.
2. Подстригач, Я.С. Термоупругость тел при переменных коэффициентах теплоотдачи / Я.С. Подстригач, Ю.М. Коляно, В.И. Громовык, В.Л. Лобзень. – Киев: Наукова думка, 1977. – 159 с.
3. Андреев, А.Н. Упругость и термоупругость слоистых композитных оболочек. Математическая модель и некоторые аспекты численного анализа / А.Н. Андреев. – Saarbrücken, Deutschland: Изд-во Palmarium Academic Publishing, 2013. – 93 с.
4. Коваленко, А.Д. Термоупругость / А.Д. Коваленко. – Киев: Вища школа, 1975. – 216 с.
5. Морозов, Е.М. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения / Е.М. Морозов, А.Ю. Муйземнек, А.С. Шадский. – М.: ЛЕНАНД, 2010. – 456 с.
6. Abaqus. Применение комплекса в инженерных задачах. – М.: ТЕСИС, 2008. – 99 с.
7. SIMULIA Abaqus: CAE User's Manual v 6.7 – 2008. – 773 p.
8. ADINA Multiphysics [Электронный ресурс]: официальный сайт программы ADINA. – Режим доступа: <http://www.adina.com/multiphysics.shtml>
9. Bathe, K.J. Finite Element Procedures / K.J. Bathe. – PRENTICE HALL, Upper Saddle River, New Jersey, 1996. – 1038 p.
10. Bathe, K.J. Numerical methods in finite element analysis / K.J. Bathe. – PRENTICE HALL, Upper Saddle River, New Jersey, 1976. – 528 p.
11. LS-DYNA [Электронный ресурс]: официальный сайт Livermore Software Technology Corporation. – Режим доступа: <http://www.lstc.com/products/ls-dyna>
12. Миткевич, А.Б. Среда визуального формирования исходной модели для конечно-элементных расчетов // Информационные технологии и программирование. Вып. 1(10). Часть 2. / А.Б. Миткевич, В.О. Каледин, Вл.О. Каледин, А.Ю. Марченко – М.: Московский государственный индустриальный университет, 2004. – С. 27-30.
13. Нагайцева, Н.В. Особенности построения математических моделей в программном комплексе «Композит-НК» / Н.В. Нагайцева, Е.В. Равковская // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – № 10(31) – С. 48-51.

2. ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ПЛАНИРУЕМОЙ РАБОТЫ

Как показано в обзоре, в настоящее время отсутствуют апробированные математические модели, описывающие тепловыделение при статическом нагружении композиционных материалов с накоплением микрповреждений, причем построение таких моделей и идентификация их параметров должны оперативно выполняться для конкретных видов используемых конструкционных материалов. Поэтому планируемое исследование актуально.

3. ФОРМУЛИРОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель планируемой работы - разработка программно-методического обеспечения для математического моделирования связанных процессов накопления микрповреждений и выделения тепла при необратимой деформации композиционного материала

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Построение математической модели изменения механических и термодинамических переменных состояния полимерного композиционного материала при статическом нагружении.
- 2) Разработка численной схемы, методики и программного обеспечения для расчета температурных полей при статическом нагружении пластин с концентраторами напряжений.
- 3) Разработка алгоритмов и программного обеспечения для идентификации параметров модели по данным испытаний образцов на одноосное растяжение с постоянной скоростью деформации.
- 4) Апробация разработанной модели, алгоритмов и компьютерных программ на данных натурального эксперимента по измерению температурных полей в образцах из органопластика.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Планируется получить следующие результаты:

- математическая модель теплообмена при деформировании армированного композиционного материала, характеризующаяся учетом физической нелинейности и необратимости деформирования;
- численная схема начально-краевой задачи теплообмена при квазистатическом деформировании с накоплением микрповреждений;
- алгоритм и компьютерная программа для расчета температурных полей в изделиях из полимерных композиционных материалов.

По результатам исследования планируется подготовить:

- заявку на регистрацию программы для ЭВМ;
- публикацию в научной периодике;
- 2 доклада на студенческих научных конференциях.

5. ПЛАНИРУЕМЫЙ МЕТОД И ЭТАПЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Планируется использование:

- численных методов решения краевых задач и вычислительной математики;
- методов алгоритмизации и объектно-ориентированного программирования.

Построение численной схемы планируется на основе совмещения сеточных методов: конечных элементов – для дискретизации уравнений по пространственным координатам, конечных разностей – для дискретизации по времени.

При алгоритмизации планируется использовать парадигму функционально-объектного программирования.

6. РЕСУРСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

6.1. Календарный план

Работа планируется 2 3 этапа, перечисленные в следующей таблице.

№ этапа	Содержание этапа	Сроки выполнения (начало, конец)
1	Разработка математической модели теплообмена при деформировании армированного композиционного материала	(сроки начала и окончания 2-го семестра)
2	Разработка алгоритма решения и компьютерной программы	(сроки начала и окончания 3-го семестра)
3	Исследование свойств математической модели и алгоритма, верификация результатов	(сроки начала и окончания 4-го семестра)

6.2. Информационные ресурсы

Перечень использованных литературных источников приведен в конце краткого обзора.

Планируется использовать специализированные компьютерные программы, имеющиеся в НФИ КемГУ: среда программирования C++, «Алгозит», а также офисные и математические программы.

6.3. Материальные ресурсы

Планируется использовать:

- ПК Pentium III с операционной системой Windows 10;
- компьютерную сеть НФИ КемГУ;
- периферийные устройства и оргтехнику НФИ КемГУ.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения курсовой работы получен план выполнения НИР (*части НИР*) «Моделирование тепловых процессов в композиционных материалах». Планируемая НИР является теоретической. Определены цель, задачи, продолжительность, требуемые ресурсы и планируемые результаты НИР.