

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 1 » 09 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Алгоритмы решения нестандартных задач»**

Направление подготовки: 27.03.05 Инноватика

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, ускоренная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	4, 144	18	-	18	72	экзамен (36ч.)
Итого	4, 144	18	-	18	72	экзамен (36ч.)

Владимир, 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Алгоритмы решения нестандартных задач» направлено на достижение следующих целей ОПОП 27.03.05 «Инноватика»:

<i>Код цели</i>	<i>Формулировка цели</i>
Ц2	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской деятельности</i> , в т.ч. в междисциплинарных областях, связанных с выбором, оптимизацией и разработкой технологий и конструкций изготовления продукта инновационных проектов.
Ц5	Подготовка выпускников к эффективному использованию и <i>интеграции знаний в области фундаментальных наук</i> для решения исследовательских и прикладных задач применительно к профессиональной деятельности.

Целями освоения дисциплины **алгоритмы решения нестандартных задач** являются: ознакомление студентов с понятиями, математическим аппаратом и методами решения нестандартных задач с помощью численных методов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Алгоритмы решения нестандартных задач» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.Б.23).

Для успешного изучения дисциплины «Алгоритмы решения нестандартных задач» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Математика» и «Механика и технологии».

При изучении дисциплины «Математика» студенты должны хорошо усвоить её разделы: алгебра, дифференциальные уравнения, функциональный анализ и интегральные уравнения, уравнения с частными производными, численные методы. Это необходимо для дальнейшего понимания подходов и методов вычисления с помощью численных алгоритмов.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 27.03.05:

**Р2, Р5, Р8** (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 27.03.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

- способности обосновать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения (ОПК-4):

*знать:* методы принятия технического решения;

*уметь:* обосновать принятие технического решения при разработке проекта;

*владеть:* навыками обоснования принятия технического решения при разработке проекта;

- способности разрабатывать проекты реализации инноваций с использованием теории решения инженерных задач и других теорий поиска нестандартных, креативных

решений, формулировать технические задания, использовать средства автоматизации при проектировании и подготовке производства, составлять комплект документов по проекту (ПК-12):

*знать*: средства автоматизации при проектировании;

*уметь*: использовать средства автоматизации при проектировании;

*владеть*: навыками составления комплекта документов по проекту.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Типы конечных элементов. Разбиение области на элементы. Нумерация узлов.	4	1	1		1				4	1/50%	Рейтинг-контроль №1
2	Одномерный симплекс-элемент. Двумерный симплекс элемент.	4	2	1		1				4	1/50%	
3	Трехмерный симплекс-элемент.	4	3	1		1				4	1/50%	
4	Интерполирование векторных величин.	4	4	1		1				4	1/50%	
5	Местная система координат.	4	5	1		1				4	1/50%	
6	Интерполяционные полиномы для дискретизованной области.	4	6	1		1				4	1/50%	Рейтинг-контроль №2
7	Уравнения переноса тепла.	4	7	1		1				4	1/50%	
8	Одномерный случай переноса тепла. Двумерный перенос тепла.	4	8	1		1				4	1/50%	
9	Трехмерный перенос тепла.	4	9	1		1				4	1/50%	

10	Преобразования координат. Точечные источники.	4	10	1		1		4	1/50%		
11	Нестационарные задачи. Соотношения, определяющие элементы.	4	11	1		1		4	1/50%		
12	Матрица демпфирования.	4	12	1		1		4	1/50%	Рейтинг-контроль №3	
13	Конечно-разностное решение дифференциальных уравнений.	4	13	1		1		4	1/50%		
14	Теория упругости. Одно- и двумерные задачи теории упругости.	4	14	1		1		4	1,5/50%		
15	Трехмерные задачи теории упругости.	4	15	1		1		4	1/50%		
16	Учет нелинейности	4	16	1		1		4	1/50%		
17	Обзор программных комплексов основанных на МКЭ (ANSYS, COSMOS)	4	17	1		1		4	1/50%		
18	Обзор программных комплексов основанных на МКЭ (QForm, Deform).	4	18	1		1		4	1/50%		
Всего				18		18		18	18/50%		экзамен

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

При чтении лекций используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятия.

При проведении лабораторных работ используются поисковый и исследовательские методы

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Какие размерные характеристики имеют элементы матриц  $[B]$  и  $[D]$ ?
2. По каким причинам искомое решение задачи с помощью МКЭ является приближенным?
3. К чему сводится построение матрицы жесткости?
4. Что такое метод “прямой жесткости”? Какие преимущества он имеет?
5. Как производится рассылка компонент локальной матрицы жесткости в ячейки глобальной матрицы?
6. Какие действия включает операция, выполняемая для каждого элемента?
7. Что относится к конкретной информации об элементе?
8. В связи с чем выполняется модификация сформированной системы линейных алгебраических уравнений? В чем она заключается?
9. Что такое ленточная матрица? Положительно определенная матрица?
10. Из каких составляющих складывается погрешность вычислений при выполнении расчетов МКЭ?

### Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. По отношению к какому решению температурной задачи следует рассматривать погрешность вычисления температуры?
2. Запишите интерполяционное соотношение для двумерного симплекс элемента.
3. Перечислите преимущества местной системы координат.
4. Запишите интерполяционное соотношение для одномерного симплекс элемента.
5. От каких факторов зависит точность вычисления температуры?
6. Запишите интерполяционное соотношение для трехмерного симплекс элемента.
7. Перечислите виды конечных элементов.
8. Что такое Функции формы, приведите пример их записи.

### Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. В чем заключается влияние числа элементов на результаты решения задачи МКЭ?
2. Что представляет собой метод конечных элементов, область применения.
3. Преимущества и недостатки метода конечных элементов.
4. Алгоритм метода конечных элементов, основные этапы.
5. Какие параметры нужно знать, чтобы оценить переход металла в пластическое состояние?
6. Перечислите и кратко охарактеризуйте современные программы, основанные на идеологии МКЭ.

### Вопросы к экзамену

1. Какие размерные характеристики имеют элементы матриц  $[B]$  и  $[D]$ ?
2. По каким причинам искомое решение задачи с помощью МКЭ является приближенным?
3. К чему сводится построение матрицы жесткости?
4. Что такое метод “прямой жесткости”? Какие преимущества он имеет?
5. Как производится рассылка компонент локальной матрицы жесткости в ячейки глобальной матрицы?
6. Какие действия включает операция, выполняемая для каждого элемента?
7. Что относится к конкретной информации об элементе?
8. В связи с чем выполняется модификация сформированной системы линейных алгебраических уравнений? В чем она заключается?
9. Что такое ленточная матрица? Положительно определенная матрица?
10. Из каких составляющих складывается погрешность вычислений при выполнении расчетов МКЭ?
11. По отношению к какому решению температурной задачи следует рассматривать погрешность вычисления температуры?
12. Запишите интерполяционное соотношение для двумерного симплекс элемента.
13. Перечислите преимущества местной системы координат.
14. Запишите интерполяционное соотношение для одномерного симплекс элемента.
15. От каких факторов зависит точность вычисления температуры?
16. Запишите интерполяционное соотношение для трехмерного симплекс элемента.
17. Перечислите виды конечных элементов.
18. Что такое Функции формы, приведите пример их записи.
19. В чем заключается влияние числа элементов на результаты решения задачи МКЭ?
20. Что представляет собой метод конечных элементов, область применения.
21. Преимущества и недостатки метода конечных элементов.
22. Алгоритм метода конечных элементов, основные этапы.
23. Какие параметры нужно знать, чтобы оценить переход металла в пластическое состояние?
24. Перечислите и кратко охарактеризуйте современные программы, основанные на идеологии МКЭ.

### Вопросы для самостоятельной работы

1. История метода конечных элементов.
2. Подходы к численному решению задач механики твердого деформируемого тела.
3. Дифференциальная постановка линейной статической задачи механики твердого деформируемого тела.
4. Вариационное уравнение, функционал Лагранжа.
5. Связь вариационного уравнения и функционала Лагранжа.
6. Случаи эквивалентности и неэквивалентности постановок.
7. Экстремум функционала Лагранжа.
8. Слабые и сильные решения.
9. Дискретизация уравнений.
10. Метод Галеркина.
11. Аппроксимация вектора перемещений, базисные функции, получение линейной системы.
12. Кусочно-линейная аппроксимация перемещения.
13. Вектор неизвестных.
14. Глобальная и локальная матрицы жесткости.
15. Таблицы узлов и элементов.

16. Ассемблирование глобальной матрицы.
17. Плоский треугольный конечный элемент.
18. Функции формы треугольного элемента.
19. Вектор узловых перемещений.
20. Матрица жесткости треугольного элемента.
21. Интеграл от вектора сил.
22. Четырехугольный конечный элемент.
23. Переход к криволинейным координатам, запись вариационного уравнения.
24. Производные функций формы в начальных координатах.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Теория упругости [Электронный ресурс] / В.В. Новожилов. - 9-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Политехника, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509564.html>.
2. Маковкин Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маковкин Г.А., Лихачева С.Ю. — Электрон. текстовые данные. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 71 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16043>.
3. Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс] - М.: Физматлит, 2012. - 200 с – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=544799>.

### б) дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Механика процессов пластических сред [Электронный ресурс] / Зубчанинов В.Г. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112352.html>.
2. "Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.М. Иванов [и др.]; под ред. К.М. Иванова. - СПб.: Политехника, 2011." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509960.html>.
3. "Решение задач теплопроводности методом конечных элементов: метод. указания к решению задач по курсу "Сеточные методы" [Электронный ресурс] / А.В. Котович, И.В. Станкевич; под ред. В.С. Зарубина. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010." - [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0011.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0011.html).

### в) периодические издания:

1. Журнал «Механика твердого тела»  
<http://mtt.ipmnet.ru/ru/>
2. Журнал «Проблемы прочности и пластичности»  
<http://ppp.mech.unn.ru/ru>

### г) Интернет-ресурсы:

Единое окно доступа к образовательным ресурсам  
<http://window.edu.ru>

### Учебно-методические издания

1. Беляев Л.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач» для студентов направления 27.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Беляев Л.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач» для студентов направления 27.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Беляев Л.В. Оценочные средства по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач» для студентов направления 27.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Беляев Л.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- 1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа Образовательная программа 27.03.05 «Инноватика» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=167>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий по дисциплине «Алгоритмы решения нестандартных задач» кафедра ТМС ВлГУ располагает необходимым материально-техническим обеспечением:

ауд. 235-2, «Лаборатория жизненного цикла продукции», количество студенческих мест – 15, площадь 52 м<sup>2</sup>, оснащение: компьютерный класс с 15 рабочими станциями Athlon 64 3000+ и Core 2 Quad, с выходом в Internet, на которых установлено лицензионное программное обеспечение необходимое для проведения занятий: математические пакеты Mathcad 14, DEFORM 3D, QFORM 3D, мультимедийное оборудование.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВО по направлению 27.03.05 «Инноватика»

Рабочую программу составил Венков М. В.  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) Генеральный директор ООО «ТАГ-Инжиниринг» к.т.н.  
Аракелян И.С.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения  
Протокол № 1 от 1.09.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. [Signature]  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 27.03.05 «Инноватика»

Протокол № 1 от 1.09.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В. [Signature]  
(ФИО, подпись)