

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы вычислительной механики**

: 15.03.03

: 4, : 7

		<b>7</b>
<b>1</b>	( )	5
<b>2</b>		180
<b>3</b>	, .	101
<b>4</b>	, .	36
<b>5</b>	, .	54
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	0
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	9
<b>10</b>	, .	79
<b>11</b>	( , , )	.
<b>12</b>		

( ): 15.03.03

220 12.03.2015 ., : 16.04.2015 .

: 1,

( ): 15.03.03

, 5/1 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

, . . . . .

:

, . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.10</b> способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ОПК.2</b> способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	
2.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.1</b> способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
10.	
4.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.3</b> готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
3.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.4</b> готовность выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
1.	
<b>Компетенция НГТУ: ПК.33.В/РЭ</b> готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; <i>в части следующих результатов обучения:</i>	
7.	

# 2.

2.1

<b>.1. 10</b> ,	
1.знать основные методы, соотношения и алгоритмы вычислительной механики	; ;
<b>.1. 4</b>	
2.уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов вычислительной механики	;

<b>.2. 1</b>		
3.знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности		;
<b>.2. 2</b>		
4.знать универсальность математических методов в познании окружающего мира		;
<b>.3. 3</b>		
5.уметь определять собственные частоты систем с несколькими степенями свободы		;
<b>.4. 1</b>		
6.знать вывод уравнений метода конечных элементов		;
<b>.33. / . 7</b>		
7.уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики		;
<b>.10. 2</b>		
8.уметь пользоваться наиболее распространенными офисными и математическими пакетами прикладных программ		;

### 3.

### 3.1

<b>:7</b>			
1.	( )	0	4
			1, 3, 4, 6
2.		0	4
			1, 3, 4, 6
<b>:</b>			
3.	( ).	0	4
			1, 4, 6
4.	( )	0	4
			1, 3, 4, 6
5.		0	4
			1, 3, 4, 6
6.		0	4
			1, 3, 4, 6
<b>:</b>			
7.		0	4
			1, 3, 4, 6
8.	-	0	4
			1, 3, 4, 6

9.	0	4	1, 3, 4, 6
----	---	---	------------

3.2

:7				
:				
10.	0	18	2, 5, 6, 7, 8	
:				
11.	0	18	2, 5, 7, 8	
:				
12.	0	18	1, 2, 5, 7, 8	

4.

:7				
1		1, 2, 3	5	0
: ; , 2004. - 153 : .. - : <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar</a>				
2		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	56	9
: ; , 2004. - 153 : .. - : <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar</a>				
3		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	13	0
: ; , 2004. - 153 : .. - : <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar</a> ; , 2017. - 24, [3] .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234015">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234015</a>				
4		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	5	0
: ; , 2004. - 153 : .. - : <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar</a>				

5.

( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	e-mail;
	e-mail;
	e-mail; ;

6.

( ),

15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 7</b>	
<i>Контрольные работы:</i>	20
<i>Курсовой проект: Итого</i>	40
<small>... 2004. - 153 ... : http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar</small>	
<i>Зачет:</i>	40

6.2

6.2

		.	/	
<b>.10</b>	2.		+	+
<b>.2</b>	1.	+		+
	2.			+
<b>.1</b>	10.	+		+
	4.			+
<b>.3</b>	3.	+	+	+

<b>.4</b>	1.			+
	.33. / 7.		+	+

1

## 7.

1. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : [учебник] / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 237 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/prisekin.pdf>

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

## 8.

### 8.1

1. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в задачах строительной механики ЛА : учебное пособие / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 153 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pris.rar>

2. Левин В. Е. Аналитическая механика. Сборник задач : учебное пособие / В. Е. Левин, Д. А. Красноруцкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 24, [3] с. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000234015](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234015)

### 8.2

1 Microsoft Office

2 Microsoft Windows

## 9.

-

1	( - , , )	



1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине  
вычислительной механики приведена в Таблице.

Методы

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.10 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	у2. уметь пользоваться наиболее распространенными офисными и математическими пакетами прикладных программ	Динамические и статические расчеты конструкций по моделям МКЭ Принцип возможных перемещений Формирование матриц жесткости и масс конструкций	Курсовой проект	Зачет, вопросы 1-19
ОПК.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	з1. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Постановка и решение динамических задач Применение ПВП в задачах плоского напряженного состояния Принцип возможных перемещений (ПВП) и его применение к системам с конечным числом степеней свободы Простые и сложные условия закрепления при решении задач плоского напряженного состояния. Расчет сложной конструкции по методу конечных элементов Расчет трехмерных тел. КЭ - четырёх узловой тетраэдр Свойства матриц жесткости (МЖ) и узловых нагрузок (УН) трех узлового КЭ. Формирование уравнений равновесия Шести узловой конечный элемент. Вывод МЖ и УН КЭ	Курсовой проект	Зачет, вопросы 1-19
ОПК.2	з2. знать универсальность математических методов в познании окружающего мира	Плоское напряженное состояние. Трех узловой конечный элемент (КЭ). Постановка и решение динамических задач Применение ПВП в задачах плоского напряженного состояния Принцип возможных перемещений (ПВП) и его применение к системам с конечным числом степеней свободы Простые и сложные условия закрепления		Зачет, вопросы 1-19

		при решении задач плоского напряженного состояния. Расчет сложной конструкции по методу конечных элементов Расчет трехмерных тел. КЭ - четырёх узловой тетраэдр Свойства матриц жесткости (МЖ) и узловых нагрузок (УН) трех узлового КЭ. Формирование уравнений равновесия Шести узловой конечный элемент. Вывод МЖ и УН КЭ		
ПК.1/НИ способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	з10. знать основные методы, соотношения и алгоритмы вычислительной механики	Динамические и статические расчеты конструкций по моделям МКЭ Плоское напряженное состояние. Трех узловой конечный элемент (КЭ). Постановка и решение динамических задач Применение ПВП в задачах плоского напряженного состояния Принцип возможных перемещений (ПВП) и его применение к системам с конечным числом степеней свободы Простые и сложные условия закрепления при решении задач плоского напряженного состояния. Расчет сложной конструкции по методу конечных элементов Расчет трехмерных тел. КЭ - четырёх узловой тетраэдр Свойства матриц жесткости (МЖ) и узловых нагрузок (УН) трех узлового КЭ. Формирование уравнений равновесия Шести узловой конечный элемент. Вывод МЖ и УН КЭ	Контрольная работа	Зачет, вопросы 1-19
ПК.1/НИ	у4. уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций на основе методов вычислительной механики	Динамические и статические расчеты конструкций по моделям МКЭ Принцип возможных перемещений Формирование матриц жесткости и масс конструкций		Зачет, вопросы 1-19
ПК.3/НИ готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных	у3. уметь определять собственные частоты систем с несколькими степенями свободы	Динамические и статические расчеты конструкций по моделям МКЭ Принцип возможных перемещений Формирование матриц жесткости и масс конструкций	Контрольная работа Курсовой проект,	Зачет, вопросы 1-19

моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям				
ПК.33.В/РЭ готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	у7. уметь проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций аналитическими и вычислительными методами прикладной механики	Динамические и статические расчеты конструкций по моделям МКЭ Принцип возможных перемещений Формирование матриц жесткости и масс конструкций	Курсовой проект,	Вопросы к защите 1-7
ПК.4/НИ готовность выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментально оборудования для проведения механических испытаний	з1. знать вывод уравнений метода конечных элементов	Плоское напряженное состояние. Трех узловой конечный элемент (КЭ). Постановка и решение динамических задач Применение ПВП в задачах плоского напряженного состояния Принцип возможных перемещений Принцип возможных перемещений (ПВП) и его применение к системам с конечным числом степеней свободы Простые и сложные условия закрепления при решении задач плоского напряженного состояния. Расчет сложной конструкции по методу конечных элементов Расчет трехмерных тел. КЭ - четырёх узловой тетраэдр Свойства матриц жесткости (МЖ) и узловых нагрузок (УН) трех узлового КЭ. Формирование уравнений равновесия Шести узловой конечный элемент. Вывод МЖ и УН КЭ		Зачет, вопросы 1-19

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций

ОПК.10, ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.33.В/РЭ, ПК.4/НИ.

Зачет проводится в устной форме. Студент отвечает на один из вопросов (паспорт зачета).

В паспорте зачета приводится список вопросов, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются контрольная работа, курсовой проект. Требования к выполнению контрольной работы, курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы, курсового проекта.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.10, ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.3/НИ, ПК.33.В/РЭ, ПК.4/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт зачета

по дисциплине «Методы вычислительной механики», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме. Студент отвечает на один из вопросов, список которых приведен ниже. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

### 2. Критерии оценки

- Ответ на вопрос считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1)*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе дает определения основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *менее 0,6 максимального балла*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *менее 0,8 максимального балла*.
- Ответ на вопрос засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *не менее 0,8 максимального балла*.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины (табл. 6.1).

#### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Методы вычислительной механики»

1. Конечный элемент стержня, работающего на растяжение-сжатие
2. Функции формы конечного элемента
3. Узлы и границы конечного элемента
4. Вычисление матрицы жесткости конечного элемента
5. Вычисление матрицы масс конечного элемента
6. Объединение конечных элементов в ансамбль
7. Уравнение равновесия конструкции, смоделированной по МКЭ
8. Выполнение условий закрепления в КЭ-схеме.
9. Вычисление узловых перемещений в КЭ-схеме
10. Вычисление усилий в элементах
11. Конечный элемент стержня, работающего на растяжение и изгиб
12. Расчет плоской фермы, нагруженной в узлах
13. Расчет пространственной фермы, нагруженной в узлах
14. Расчет рамы, нагруженной в узлах.
15. Использование L-координат для вычисления интегралов.
16. Трехузловой конечный элемент в задаче о плоском напряженном состоянии
17. Трехузловой конечный элемент в задаче о плоской деформации
18. Схема Гаусса для вычисления одномерных, двумерных и трехмерных интегралов.
19. Конечный элемент для осесимметричной задачи теории упругости

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Методы вычислительной механики», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам первой части программы, включает несколько заданий. Выполняется письменно.

### 2. Критерии оценки

Работа считается **не выполненной**, если задачи не решены, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если решены не все задачи, оценка составляет менее 0,7 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если решены все задачи, имеются отдельные недочеты в решении, нет достаточного теоретического обоснования, оценка составляет менее 0,8 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не менее 0,8 максимального балла

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример варианта контрольной работы

Варианты контрольной работы можно найти в методических указаниях.

## Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Методы вычислительной механики», 7 семестр

### 1. Методика оценки.

Задание, структура, этапы выполнения и защиты, оцениваемые позиции описаны в методических указаниях.

### 2. Критерии оценки.

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части выполнены формально: задачи решены с отдельными недочетами, оценка составляет менее 0,7 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, нет достаточного теоретического обоснования оценка составляет менее 0,8 максимального балла.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не менее 0,8 максимального балла

### 3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем курсового проекта.

Приводится в методических указаниях.

### 5. Перечень вопросов к защите курсового проекта.

1. Принцип возможных перемещений и его применение к системам с конечным числом степеней свободы

2. Применение ПВП в задачах плоского напряженного состояния

3. Плоское напряженное состояние. Трех узловый конечный элемент.

4. Свойства матриц жесткости и узловых нагрузок трех узлового КЭ.

Формирование уравнений равновесия

5. Простые и сложные условия закрепления при решении задач плоского напряженного состояния.

6. Шести узловый конечный элемент. Вывод МЖ и УН КЭ

7. Постановка и решение динамических задач