

2014

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

  
\_\_\_\_\_ А.А.Панфилов

« 02 » сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная ускоренная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	5 / 180	-	-	-	180	переаттестация
4	2 / 72	18	-	18	36	зачет
5	3 / 108	18	-	18	27	экзамен (45 ч.)
Итого	10 / 360	36	-	36	243	переаттестация, зачет, эк- замен (45 ч.)

Владимир 2016

мол

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Механика сплошной среды» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской деятельности</i> , обеспечивающей создание проектов машиностроительных изделий, с учетом внешних и внутренних требований к их производству и качеству.

Целями освоения дисциплины **Механика сплошной среды** являются: ознакомление студентов с понятиями, математическим аппаратом и методами механики сплошных сред и ее основных разделов: теории упругости и пластичности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Механика сплошной среды» относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.5.2).

Для успешного изучения дисциплины «Механика сплошной среды» студенты должны быть знакомы с основными положениями курсов «Высшая математика» и «Основы математического моделирования», а также курсов теоретической механики и сопротивления материалов.

При изучении дисциплины «Высшая 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 показателей напряженно-деформированного состояния принятых в механике сплошных сред.

Материал дисциплины «Моделирование процессов в машиностроении» совместно с высшей математикой является базой для успешной разработки алгоритмов решения задач вычисления напряжений, деформаций и скоростей деформаций в деформируемых телах, а также реализации их в виде программ для ЭВМ.

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

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.03.05:

**Р1** (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.03.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемым компетенциям ОПОП:

- способности использовать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий (ПК-2);

- **Знать** основные понятия и аппарат разделов теории упругости и пластичности, экспериментальные и теоретические методы описания процесса пластического течения и теплофизических процессов при обработке;
- **Уметь** использовать методы механики сплошных сред для описания процессов обработки металлов;
- **Владеть** навыками постановки и решения с помощью ЭВМ краевых задач.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успе- ваемости (по неделям семе- стра), форма промежу- точной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Напряжен- ное состоя- ние твердо- го деформи- руемого те- ла.	1	1-9					90			
2	Деформиро- ванное со- стояние твердого деформи- руемого те- ла.	1	10- 18					90			
Всего								180			переаттестация

4 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успе- ваемости (по неделям семе- стра), форма промежу- точной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Типы ко- нечных эле- ментов. Раз- биение об- ласти на элементы. Нумерация узлов.	4	1	1		1		2		1/50%	Рейтинг-контроль №1
2	Одномер- ный сим- плекс- элемент. Двумерный симплекс элемент.	4	2	1		1		2		1/50%	
3	Трехмерный симплекс- элемент.	4	3	1		1		2		1/50%	
4	Интерполи- рование векторных величин.	4	4	1		1		2		1/50%	
5	Местная система ко- ординат.	4	5	1		1		2		1/50%	
6	Интерполя- ционные полиномы для дискре- тизованной области.	4	6	1		1		2		1/50%	Рейтинг-контроль №2
7	Уравнения переноса тепла.	4	7	1		1		2		1/50%	
8	Одномер- ный случай переноса тепла. Дву- мерный пе- ренос тепла.	4	8	1		1		2		1/50%	
9	Трехмерный перенос те- пла.	4	9	1		1		2		1/50%	
10	Преобразо- вания коор-	4	10	1		1		2		1/50%	

	динат. Точечные источники.										
11	Нестационарные задачи. Соотношения, определяющие элементы.	4	11	1		1		2		1/50%	
12	Матрица демпфирования.	4	12	1		1		2		1/50%	Рейтинг-контроль №3
13	Конечно-разностное решение дифференциальных уравнений.	4	13	1		1		2		1/50%	
14	Теория упругости. Одно- и двумерные задачи теории упругости.	4	14	1		1		2		1/50%	
15	Трехмерные задачи теории упругости.	4	15	1		1		2		1/50%	
16	Учет нелинейности	4	16	1		1		2		1/50%	
17	Обзор программных комплексов основанных на МКЭ (ANSYS, COSMOS)	4	17	1		1		2		1/50%	
18	Обзор программных комплексов основанных на МКЭ (QForm, Deform).	4	18	1		1		2		1/50%	
Всего				18		18		36		18/50%	Зачет

5 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ 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	Основные гипотезы механики сплошной среды. Внешние силы и напряжения.	5	1	1		1		1		1/50%	Рейтинг-контроль №1
2	Напряжения в координатных площадках. Индексация. Правило знаков. Напряженное состояние в точке.	5	2	1		1		1		1/50%	
3	Закон парности касательных напряжений. Тензор напряжений. Главные нормальные напряжения. Инварианты тензора напряжений.	5	3	1		1		1		1/50%	
4	Эллипсоид напряжений. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор.	5	4	1		1		1		1/50%	
5	Максимальные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. Рейтинг-контроль.	5	5	1		1		1		1/50%	
6	Диаграммы Мора. Дифференциальные уравнения равновесия.	5	6	1		1		1		1/50%	Рейтинг-контроль №2
7	Плоское деформированное и плоское напряженное состояние. Приближенные уравнения равновесия в анализе формоизменяющих операций.	5	7	1		1		1		1/50%	
8	Описание движения сплошной среды. Переменные Эйлера и Лагранжа. Понятие де-	5	8	1		1		1		1/50%	

	формаций. Виды деформаций.										
9	Компоненты перемещений и малых деформаций. Тензор деформаций. Интенсивность деформаций, максимальные сдвиговые и октаэдрические деформации.	5	9	1		1		1		1/50%	
10	Истинные деформации приращение деформаций. Закон постоянства объема при пластической деформации.	5	10	1		1		2		1/50%	
11	Условие совместности деформаций. Скорость деформации и скорость деформирования. Рейтинг-контроль.	5	11	1		1		2		1/50%	
12	Схемы напряженного и деформированного состояний. Механическая схема деформации.	5	12	1		1		2		1/50%	Рейтинг-контроль №3
13	Зависимость между напряжениями и деформациями в упругой области. Обобщенный закон Гука.	5	13	1		1		2		1/50%	
14	Экспериментальное определение напряжений по результатам тензометрирования.	5	14	1		1		2		1/50%	
15	Уравнение теплопроводности. Закон Ж.Фурье. Граничные условия.	5	15	1		1		2		1/50%	
16	Модели пластических сред.	5	16	1		1		2		1/50%	
17	Остаточные напряжения. Методы расчета. Экспериментальное определение.	5	17	1		1		2		1/50%	
18	Математическая постановка краевых задач в механике сплошной среды. Система уравнений. Схематизация областей.	5	18	1		1		2		1/50%	
Всего				18		18		27		18/50%	Экзамен (45ч.)

## 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

### 1 семестр

#### Вопросы к зачету (переаттестация)

1. Что называется напряжениями?
2. Какие виды напряжений различают и как они направлены по отношению к площадке, выделенной в точке тела?
3. Какие напряжения  $\sigma$  и  $\tau$  принимаются за положительные?
4. В чем состоит закон парности касательных напряжений?
5. Что представляет собой тензор напряжений?
6. Какие составляющие напряжения характеризуют напряженное состояние в точке тела?
7. Как определяются составляющие  $p_x$ ,  $p_y$ ,  $p_z$  полного напряжения  $p_v$ , действующего на наклонной площадке с направляющими косинусами  $l$ ,  $m$ ,  $n$ ?
8. Какой вид имеет кубическое уравнение для определения главных напряжений?
9. Может ли кубическое уравнение для определения главных напряжений наряду с действительными иметь и мнимые корни?
10. Что представляют собой коэффициенты кубического уравнения для определения главных напряжений?
11. Каким напряженным состояниям соответствуют условия равенства нулю третьего инварианта ( $I_3s = 0$ ), третьего и второго  $I_3s = I_2s = 0$ ?
12. Как определяется нормальное напряжение на произвольной площадке  $sv$  через главные напряжения  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ ?
13. Как определяется касательное напряжение на произвольной площадке  $tv$  через главные напряжения  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ ?
14. Как определяются величины максимальных касательных напряжений и направление соответствующих площадок?
15. Выведите дифференциальные уравнения равновесия элемента упругого тела (уравнения Навье – Коши).
16. Выведите уравнения равновесия на поверхности тела.
17. Как записываются компоненты линейных и угловых деформаций (уравнения Коши)?
18. Как записывается тензор деформаций  $T_d$ ?
19. Как вычисляется деформация  $\epsilon$  в направлении, определяемом косинусами  $l$ ,  $m$ ,  $n$  через известные деформации  $\epsilon_x$ ,  $\epsilon_y$ ,  $\epsilon_z$ ,  $\gamma_{xy}$ ,  $\gamma_{yx}$ ,  $\gamma_{yz}$ ?
20. Как определяются главные деформации?

### 4 семестр

#### 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 зачету**

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.

### **5 семестр**

#### **Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. В чем состоит свойство симметрии тензора напряжений?
2. Какие площадки в точке тела называют главными?
3. С какой целью приводят тензор напряжений к диагональному виду?
4. В чем заключается связь инвариантов с видом напряженного состояния?
5. Каким свойством обладают инварианты тензора?
6. Почему нельзя найти напряжения из статических условий?

7. Какое практическое значение имеет второй инвариант девиатора  $D\sigma$ ?
8. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
9. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
10. Перечислите основные гипотезы и допущения механики сплошной среды.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. В чем отличие представления Ж.Лагранжа и Л.Эйлера о движении сплошной среды?
2. Как вычислить скорость относительного изменения объема?
3. Что называется интенсивностью скоростей деформаций сдвига?
4. Какие виды деформации характеризуют компоненты тензора скорости деформаций?
5. В чем заключается физический смысл линейного инварианта?
6. Почему девиатор скорости деформаций можно привести к диагональному виду?
7. Какие гипотезы используются при выводе системы уравнений теории упругости?
8. Чем отличаются уравнения связи, записанные по теории упругости и теории течения?
9. В какой форме записывают условие пластичности?
10. Какие уравнения образуют замкнутую систему в теории пластичности?
11. Какие гипотезы используют в теории течения?
12. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
13. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
14. Что является предметом изучения в реологии?
15. Какие виды моделей среды принято рассматривать при анализе линейного напряженного состояния?
16. Как влияет скорость деформации на диаграмму напряжения?
17. На каких принципах основывается построение реологических зависимостей?
18. В чем особенности и значение диаграмм пластичности?
19. В чем особенности современной теории деформируемости металлов?
20. Что такое «запас пластичности»?

### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. На каком представлении основывается гипотеза о простом нагружении?
2. В чем отличие изучения стационарных и нестационарных процессов?
3. Какие локальные параметры пластического течения необходимо определить для вычисления напряжений?
4. Какие напряжения вычисляют по установленному полю скоростей?
5. Почему невозможен произвол в выборе уравнения для определения гидростатического давления в области пластического деформирования?
6. Какие условия относятся к граничным условиям 1-го рода?
7. Почему задачу теории теплопроводности называют связанной?
8. Что является причиной появления остаточных напряжений?
9. Какие требования предъявляют к выбору целевой функции при постановке задачи минимизации остаточных напряжений?
10. В чем положительное и отрицательное значение остаточных напряжений?
11. Какие уравнения записывают при постановке задачи расчета остаточных напряжений?
12. В чем состоит сущность вариационного принципа Ж.Лагранжа?
13. Какие уравнения образуют замкнутую систему?

14. Какие особенности метода конечных элементов обуславливают погрешности решения задач механики твердого деформируемого тела?
15. В чем отличие математической постановки задачи в механике твердого деформируемого тела от вариационной постановки?
16. Какое поле называют виртуальным полем скоростей?
17. В чем состоит сущность метода последовательных приближений?
18. На каких допущениях основывается методика решения задачи описания пластических течений с применением начала виртуальных скоростей?

### Вопросы к экзамену

1. С какой целью приводят тензор напряжений к диагональному виду?
2. В чем заключается связь инвариантов с видом напряженного состояния?
3. Каким свойством обладают инварианты тензора?
4. Почему нельзя найти напряжения из статических условий?
5. Какое практическое значение имеет второй инвариант девиатора  $D\sigma$ ?
6. В чем заключается физический смысл главных и боковых компонент тензора деформаций?
7. В чем отличие представления Ж.Лагранжа и Л.Эйлера о движении сплошной среды?
8. Как вычислить скорость относительного изменения объема?
9. Что называется интенсивностью скоростей деформаций сдвига?
10. Какие виды деформации характеризуют компоненты тензора скорости деформаций?
11. В чем заключается физический смысл линейного инварианта?
12. Почему девиатор скорости деформаций можно привести к диагональному виду?
13. Какие гипотезы используются при выводе системы уравнений теории упругости?
14. Чем отличаются уравнения связи, записанные по теории упругости и теории течения?
15. В какой форме записывают условие пластичности?
16. Какие уравнения образуют замкнутую систему в теории пластичности?
17. Какие гипотезы используют в теории течения?
18. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
19. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
20. Что является предметом изучения в реологии?
21. Какие виды моделей среды принято рассматривать при анализе линейного напряженного состояния?
22. Как влияет скорость деформации на диаграмму напряжения?
23. На каких принципах основывается построение реологических зависимостей?
24. В чем особенности и значение диаграмм пластичности?
25. В чем особенности современной теории деформируемости металлов?
26. Что такое «запас пластичности»?
27. На каком представлении основывается гипотеза о простом нагружении?
28. В чем отличие изучения стационарных и нестационарных процессов?
29. Какие локальные параметры пластического течения необходимо определить для вычисления напряжений?
30. Какие напряжения вычисляют по установленному полю скоростей?
31. Почему невозможен произвол в выборе уравнения для определения гидростатического давления в области пластического деформирования?
32. Какие условия относятся к граничным условиям 1-го рода?
33. Почему задачу теории теплопроводности называют связанной?
34. Что является причиной появления остаточных напряжений?

35. Какие требования предъявляют к выбору целевой функции при постановке задачи минимизации остаточных напряжений?
36. В чем положительное и отрицательное значение остаточных напряжений?
37. Какие уравнения записывают при постановке задачи расчета остаточных напряжений?
38. В чем состоит сущность вариационного принципа Ж.Лагранжа?
39. Какие уравнения образуют замкнутую систему?
40. Какие особенности метода конечных элементов обуславливают погрешности решения задач механики твердого деформируемого тела?
41. В чем отличие математической постановки задачи в механике твердого деформируемого тела от вариационной постановки?
42. Какое поле называют виртуальным полем скоростей?
43. В чем состоит сущность метода последовательных приближений?
44. На каких допущениях основывается методика решения задачи описания пластических течений с применением начала виртуальных скоростей?

### **Вопросы для самостоятельной работы**

1. Кривая зависимости между напряжением и деформацией.
2. Влияние гидростатического давления на механические свойства материалов.
3. Влияние скорости деформации. Влияние температуры.
4. Критерий текучести. Поверхность и кривая текучести. Поверхность нагружения.
5. Критерий текучести Треска.
6. Критерий текучести Мизеса.
7. Модели упрочнения.
8. Активное нагружение, нейтральное нагружение и разгрузка.
9. Ассоциированный закон течения.
10. Закон течения в сингулярных точках поверхности нагружения.
11. Деформационная теория пластичности.
12. Принцип максимума Мизеса.
13. Постулат устойчивости Друккера.
14. Граничная задача теории течения.
15. Теоремы единственности.
16. Теорема единственности для жесткопластической модели. Полное решение.
17. Минимальные принципы теории течения.
18. Теория предельного равновесия.
19. Теоремы о приспособляемости.
20. Интегралы Генки вдоль линий скольжения.

## **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. Аборкин А.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Механика сплошной среды» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Аборкин А.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Механика сплошной среды» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Аборкин А.В. Оценочные средства по дисциплине «Механика сплошной среды» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.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 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=56>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине «Механика сплошной среды» 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.

Кроме того, для проведения лекционных занятий используются наборы слайдов и кинофильмы, позволяющие студентам:

- приобрести навыки постановки и решения с помощью ЭВМ краевых задач;
- ознакомится с экспериментальными и теоретическими методами описания процесса пластического течения и теплофизических процессов при обработке.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВО по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Рабочую программу составил

 /Абрамов А.В./  
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
ЗАО «Рост-Плюс», генеральный директор

Заморников А.А.

(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.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Протокол № 1 от 1.09.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.

(ФИО, подпись)