

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

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 27.03.05 Инноватика

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 промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
2	3 (108)	-	-	-	108	зачет (переатте- стация)
5	3 (108)	18	-	18	36	экзамен (36 ч.)
Итого	6 (216)	18	-	18	36	зачет (переатте- стация), экзамен (36 ч.)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Механика сплошной среды» направлено на достижение следующих целей ОПОП 27.03.05 «Инноватика»:

Код цели	Формулировка цели
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 **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.6.2).

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 27.03.05:

Р3, Р6, Р7, 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 использовать (пакеты прикладных программ) для решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач, планирования проведения работ по проекту (ОПК-2);

знать основные понятия и математический аппарат разделов теории упругости и пластичности для решения прикладных задач;

уметь использовать инструментальные средства (пакеты прикладных программ);

владеть навыками решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач;

- способности применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности (ОПК-7);

знать основные направления инновационной деятельности с применением знаний математики, физики и материаловедения;

уметь применять знания математики, физики и материаловедения в инновационной деятельности;

владеть навыками применения полученных знаний в инновационной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2 семестр: общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 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	Напряженное состояние твердого деформируемого тела.	2							54		
2	Деформированное состояние твердого деформируемого тела.	2							54		
Всего									108		Зачет (переаттестация)

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 технологической механики. Внешние силы и напряжения.	5	1	1		1			2		1/50%	Рейтинг-контроль №1
2	Напряжения в координатных площадках. Индексация. Правило знаков. Напряженное состояние в точке.	5	2	1		1			2		1/50%	
3	Закон парности касательных напряжений. Тензор напряжений. Главные нормальные напряжения. Инварианты тензора напряжений.	5	3	1		1			2		1/50%	
4	Эллипсоид напряжений. Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор.	5	4	1		1			2		1/50%	
5	Максимальные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. Рейтинг-контроль.	5	5	1		1			2		1/50%	
6	Диаграммы Мора. Дифференциальные уравнения равновесия.	5	6	1		1			2		1/50%	Рейтинг-контроль №2
7	Плоское деформированное и плоское напряженное состояние.	5	7	1		1			2		1/50%	

	Приближенные уравнения равновесия в анализе формоизменяющих операций.										
8	Описание движения сплошной среды. Переменные Эйлера и Лагранжа. Понятие деформаций. Виды деформаций.	5	8	1		1		2		1/50%	
9	Компоненты перемещений и малых деформаций. Тензор деформаций. Интенсивность деформаций, максимальные сдвиговые и октаэдрические деформации.	5	9	1		1		2		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%	
13	Зависимость между напряжениями и деформациями в упругой области. Обобщенный закон Гука.	5	13	1		1		2		1/50%	Рейтинг-контроль №3
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 технологической механике. Система уравнений. Схематизация областей.	5	18	1		1		2		1/50%	
Всего				18		18		36		18/50%	экзамен (36 ч.)

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

Ниже приводится описание образовательных технологий, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения дисциплины. Перечень методов обучения и форм организации обучения может быть расширен.

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

2 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 σ и τ 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 ($I_3 = 0$), третьего и второго $I_3 = I_2 = 0$?
12. Как определяется нормальное напряжение на произвольной площадке sv через главные напряжения σ_1 , σ_2 , σ_3 ?
13. Как определяется касательное напряжение на произвольной площадке tv через главные напряжения σ_1 , σ_2 , σ_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 ϵ в направлении, определяемом косинусами l , m , n через известные деформации ϵ_x , ϵ_y , ϵ_z , γ_{xy} , γ_{yx} , γ_{yz} ?
20. Как определяются главные деформации?

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 технологической механики.

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.

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 27.03.05 [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 27.03.05 [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 27.03.05 [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 Образовательная программа 27.03.05 «Инноватика» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=167>

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 м², 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 27.03.05 «Инноватика»

Рабочую программу составил _____


(ФИО, подпись)

Рецензент:

(представитель работодателя) ООО «Конструкторское бюро технологий
машиностроения», генеральный директор



Дарсалия Р.Г.

(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 27.03.05 «Инноватика»

Протокол № 1 от 1.09.2016 года

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


(ФИО, подпись)