МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

Утверждено на заседании кафедры
«Строительство, строительные материалы и конструкции»
«_18_» _января_ 2022 г., протокол №_5_

Заведующий кафедрой

_____ А.А. Трещёв

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Основы механики деформируемого твердого тела»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
08.04.01 «Строительство»

с направленностью (профилем)
Теория и проектирование зданий и сооружений

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-04-22

Тула 2022 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Трещев А.А., профессор, д.т.н., профессор
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является подготовка магистров проектно-конструкторского и исследовательского профиля с углубленным изучением теоретических основ механики деформируемого твердого тела, освоение знаний и умений, необходимых для общей постановки краевых задач с владением классических методов их решения.

Задачами освоения дисциплины являются:

– изучение классических основ деформирования и сопротивления упругих материалов;

– изучение механики сплошных сред (тензоры деформаций и напряжений, их инварианты);

– изучение основ теории упругости, уравнений связи напряжений и деформаций, энергии деформаций;

– изучение основ теорий прочности и пластичности (уравнения предельных поверхностях);

– изучение общих понятий и моделей теории ползучести;

– выработка навыков постановки краевых задач МДТТ;

– формирование навыков выбора методов расчета сложных прикладных задач механики.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается в первом семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

1) основные понятия и уравнения механики сплошной среды (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);

2) физико-механические свойства упругих материалов (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);

3) уравнения связи между тензорами напряжений и деформаций для упругих материалов, уравнения неразрывности деформаций, движения и равновесия в точках твердых тел (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);

4) методику общей постановки краевых задач теории упругости в перемещениях и напряжениях (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);

5) основные уравнения и простейшие аналитические классические методы решения плоских задач теории упругости (плоская деформация и плоское напряженное состояние) (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);

6) классические условия прочности и пластичности для изотропных материалов и особенности их использования (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);

7) аспекты основных моделей вязкоупругих тел (модель Ньютона, Максвелла, Кельвина, Фойгта) (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1).

Уметь:

1) сформулировать уравнения связи тензоров напряжений и деформаций (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);

2) осуществить общую постановку основных краевых пространственных и плоских задач теории упругости (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);

3) использовать классические аналитические методы решения простейших краевых задач теории упругости (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);

4) использовать классические вариационные принципы для анализа краевых задач теории упругости (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);

5) определять предельные состояния в точке классического деформируемого тела при различных видах напряженного состояния (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2).

Владеть:

1) навыками постановки краевых задач теории упругости (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);

2) навыками решения простейшими классическими аналитическими методами краевых задач теории упругости (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);

3) навыками определения деформационных характеристик материалов (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);

4) навыками определения прочностных характеристик материалов (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);

5) навыками использования и оформления результатов расчета элементов в реальном проектировании (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
1	Э	5	180		36			2	0,25	141,75
Итого	Э	5	180		36			2	0,25	141,75

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Заочная форма обучения										
1	Э	5	180	2	6			2	0,25	169,75
Итого	Э	5	180	2	6			2	0,25	169,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
1 семестр	
1	Общие принципы, лежащие в основе механики деформируемого твердого тела. Тензоры напряжений и деформаций, вектора перемещений. Общие понятия об определяющих соотношениях теории упругости, пластичности и ползучести

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
1 семестр	
1	Основные принципы классической теории упругости, упругость, сплошная среда, деформация тела, вектор перемещения
2	Тензор деформации, изменение длины и направления линейного элемента, связь между деформациями и перемещениями, деформированное состояние в координатах Эйлера, главные оси тензора деформации, алгебраические инварианты тензора деформаций
3	Изменение объема тела, бесконечно малая деформация, разложение вектора перемещения, однородная деформация, уравнения совместности деформаций, разложение тензора деформаций на шаровой и тензор девиатор, октаэдрические инварианты тензора деформаций
4	Внешние воздействия, внутренние силы, напряженное состояние. Тензор напряжений, преобразования компонент тензора напряжений, главные напряжения, поверхность напряжений

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
5	Инварианты напряженного состояния, экстремальные значения касательных напряжений, разложение тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор, уравнения равновесия и движения
6	Основные понятия и законы термодинамики. Закон сохранения энергии для деформированного тела баланс энтропии, закон теплопроводности Фурье, свободная энергия, термоупругий потенциал Гиббса
7	Внутренняя энергия, уравнение потока тепла, основные уравнения термоупругости
8	Обобщенный закон Гука для изотропного и анизотропного тела, удельная потенциальная энергия деформаций и удельная дополнительная работа, формулы Грина и Кастильяно, материальные константы
9	Формулы Клайперона и Бетти. Связь между напряжениями и деформированным состоянием, уравнения теории упругости в перемещениях (уравнения Ламе), уравнения Бельтрами-Мичелла в напряжениях.
10	Общее решение уравнений в перемещениях (решение Попковича-Нейбера)
11	Принцип виртуальных работ, теорема о минимуме потенциальной энергии (уравнение Лагранжа). Принцип минимума дополнительной работы (принцип Кастильяно), вариационная теорема Рейснера.
12	Единственность решения дифференциальных уравнений теории упругости, теорема Клапейрона, теорема Бетти.
13	Уравнения теории упругости в ортогональных криволинейных системах координат
14	Плоское деформированное состояние, функция напряжений Эри в декартовых и в полярных координатах, упругое полупространство, находящееся в плоском деформированном состоянии
15	Плоское напряженное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние
16	Задача о полом цилиндре (задача Ламе)
17	Общие понятия теории пластичности. Теорема А.А.Ильюшина о простом нагружении и о разгрузке. Основные уравнения и гипотезы теории малых упругопластических деформаций. Условия пластичности Треска-Сен-Венана, Губера-Мизеса
18	Тензор скоростей деформаций. Понятия о теории старения. Механические модели вязкоупругих тел: модель Ньютона; модель Максвелла; модель Фойгта; модель Кельвина

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
1 семестр	
1	Тензоры деформаций и напряжений, связь между деформациями и перемещениями, дифференциальные уравнения равновесия, главные оси тензоров деформации и напряжений, инварианты тензоров деформаций и напряжений
2	Обобщенный закон Гука для изотропного и анизотропного тела, удельная потенциальная энергия деформаций и удельная дополнительная работа, формулы Грина и Кастильяно, материальные константы. Плоское деформированное и напряженное состояния, обобщенное плоское напряженное состояние.
3	Основные уравнения и гипотезы теории малых упругопластических деформаций. Условия пластичности Треска-Сен-Венана, Губера-Мизеса. Тензор скоростей деформаций, основы теории старения. Модели Ньютона, Максвелла, Фойгта и Кельвина

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
1 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение контрольной работы и доклада с презентацией
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
1 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение контрольной работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
1 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	**Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:**	
		Работа на практических занятиях	6
		Подготовка контрольной работы	8
		Подготовка доклада с презентацией	16
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	**Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:**	
		Работа на практических занятиях	6
		Подготовка контрольной работы	8
		Подготовка доклада с презентацией	16
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов
1 семестр		
Текущий контроль успеваемости	**Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:**	
	Работа на практических занятиях	10
	Подготовка контрольной работы	50
	Итого	60
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине требуется:

для проведения практических занятий - аудитория, оснащённая видеопроектором, настенным экраном и компьютером.

для проведения текущего, обучающего и промежуточного контроля требуется аудитория.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Седов, Л.И. Механика сплошной среды: Учебник для вузов: В 2 т. / Л.И. Седов; МГУ им. М.В.Ломоносова.– 6-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2004.– 528 с.: ил. – (Классич. университетский учебник).– Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-8114-0541-3 /в пер./: 176.77.

2. Бабкин, А.В. Прикладная механика сплошных сред: учебник для втузов: в 3 т. Т.1. Основы механики сплошных сред / А.В.Бабкин, В.В.Селиванов / под ред. В.В.Селиванова .– 3-е изд., стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.– 376 с.: ил. – Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-7038-2344-7 (Т.1) /в пер./ : 174.00.

3. Зубчанинов, В.Г. Устойчивость и пластичность: в 2 т. Т.2. Пластичность / В.Г.Зубчанинов.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 336 с.: ил. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9221-0886-7 /в пер./: 150,00.

4. Кожаринова, Л.В. Основы теории упругости и пластичности: Учебное пособие. – М.: АСВ, 2010. – 126 с.: ил. – Библиогр. в конце кн. – ISBN 978-5-93093-712-1 /в пер./: 176.77.

7.2 Дополнительная литература

1. Александров, А.В. Сопротивление материалов: Основы теории упругости и пластичности : Учебник для вузов / А.В.Александров, В.Д.Потапов.— 2-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2002.— 400 с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-06-004280-4 /в пер./: 93,00.

2. Петкевич, В.В. Основы механики сплошных сред : Учеб. пособие для вузов / В.В. Петкевич .– М. : Эдиториал УРСС, 2001.– 400с.: ил. – Библиогр. в конце кн. – ISBN 5-8360-0243-6 : 221.00.

3. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности: Учеб.: Для вузов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 416 с.

4. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной и наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А.Трещев. – М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2016. – 326 с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-3213-9: 520,00.

5. Зубчанинов, В.Г.Тверской гос.техн.ун-т Математическая теория пластичности: Монография / В.Г.Зубчанинов; Тверской гос.техн.ун-т .— Тверь, 2002.— 300с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-7995-0200-0: 113,00.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. http://www.ansys.com/ – Web-сервер компании ANSYS Inc, производителя программного пакета конечно-элементного анализа.
2. http://www.comsol.com/products/multiphysics/ – Web-сервер компании COMSOL Group, производитель пакета моделирования физических процессов, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных.
3. http://www.lib.tsu.ru –научная библиотека Томского государственного университета.
4. http://www.viniti.ru –российский информационный и аналитический цент, издающий реферативный журнал Механика деформируемого твёрдого тела.
5. http://www.elibrary.ru/org_items.asp?orgsid=656 – Научная электронная библиотека.
6. http://www.itam.nsc.ru/ –Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук.
7. http://www.rusmechanics.ru/ – редакция журнала «Успехи механики».
8. http://www.benran.ru/ – библиотека по естественным наукам Российской Академии Наук.
9. http://www.ipmnet.ru/ - Официальный сайт Института Проблем Механики РАН им. А.Ю.Ишлинского
10. http://www.imash.ru/ - Официальный сайт Института Машиноведения РАН им. А.А.Благонравова
11. http://www.izvuzstr.sibstrin.ru/pages/fulltext - Официальны сайт Журнала «Известия вузов. Строительство». Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет.
12. http://library.tsu.tula.ru/news/news.htm - Научная библиотека Тульского Государственного Университета

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Программы в составе пакета LibreOffice
2. Программа для чтения файлов формата PDFAdobeReader
3. Пакет офисных приложений «МойОфис»

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система КонсультантПлюс.