

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__ 2023 г., протокол №_5_

Заведующий кафедрой

_____ А.А. Трещев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Механика анизотропных и разнородных конструкций»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кад-
ров в аспирантуре**

**по направлению подготовки 2.1 Строительство и архитектура
с направленностью (профилем)**

Строительная механика

Форма(ы) обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 2.1.9-03-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы**

Разработчик(и):

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



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины является освоение аспирантом теоретических основ теории деформирования разнородных и анизотропных материалов, которая встречается практически у всех строительных материалов, знакомство с общей постановкой и методами решения краевых задач, встречающихся при расчете строительных конструкций и сооружений, выполненных из материалов, чувствительных к виду напряженного состояния или анизотропных.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение экспериментальных основ деформирования и прочности разнородных и анизотропных материалов;
- изучение основ преобразования уравнений механики сплошных сред применительно к разнородным и анизотропным материалам;
- изучение основ теории упругости, уравнений связи напряжений и деформаций, энергии деформаций для разнородных и анизотропных материалов;
- изучение основ теорий прочности и пластичности (уравнения предельных поверхностей) для разнородных и анизотропных материалов.

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

Дисциплина относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина изучается в 3 и 4 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), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) условия прочности и пластичности для изотропных разнородных и анизотропных материалов, и особенности их использования. (код компетенции – ПК-1);
- 2) методику общей постановки краевых задач теории упругости для разнородных и анизотропных материалов в перемещениях и напряжениях (код компетенции – УК-8);
- 3) основные уравнения и простейшие аналитические классические методы решения плоских задач теории упругости разнородных и анизотропных материалов (плоская деформация и плоское напряженное состояние) (код компетенции – ПК-4).

Уметь:

- 1) осуществить общую постановку основных краевых пространственных и плоских задач теории упругости разнородных и анизотропных материалов (код компетенции – ПК-5);
- 2) определять предельные состояния в точке разнородных и анизотропных материалов при различных видах напряженного состояния (код компетенции – ПК-4).

Владеть:

1) навыками постановки и решения простейшими методами краевых задач теории упругости разнсопротивляющихся и анизотропных материалов. (код компетенции – ПК-1).

Полные наименования компетенций 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*										
3	ЗЧ	1	36	15					0,1	20,9
4	Э	2	72	15				2	0,25	54,75
Итого	–	3	108	30				2	0,35	75,65

* Если предусмотрено основной профессиональной образовательной программой

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**

№ п/п	Темы лекционных занятий
3 семестр	
1	Упругая разномодульность изотропных и анизотропных материалов и ее экспериментальная интерпретация.
2	Упругопластическая разнсопротивляемость и дилатация таких материалов, как графиты, чугун, бетоны, керамика, полимерные материалы.
3	Ползучесть материалов при разнсопротивляемости.
4	Количественные и качественные инварианты напряженного состояния.
5	Разномодульная теория упругости изотропных материалов С.А.Амбарцумяна, Матченко-Толоконникова, Г.С.Шапиро, И.Ю.Цвелодуба, А.В.Березина, Е.В.Ломакина, Р.М.Джонса, Н.М.Матченко-Г.В.Бригадирова, Н.М.Матченко-Л.А.Шерешевского, А.П.Авхимкова, Д.А.Гаврилова.

№ п/п	Темы лекционных занятий
6	Разномодульная теория упругости анизотропных материалов В.Берта, Дж.Редди, Ф.Тобаддора, Р.М.Джонса, С.А.Амбарцумяна, А.А.Золочевского, Е.В.Ломакина.
7	Единственность решения, определение констант. Законы изменения объема, формы и фазовая характеристика.
8	Методика нормированных пространств напряжений. Разномодульная теория упругости изотропных материалов Н.М.Матченко-А.А.Трещева, обобщение существующих теорий.
9	Закон упругости анизотропных разномодульных материалов Матченко-Трещева. Материальные константы упругого анизотропного тела. Типы упругой симметрии: плоскость упругой симметрии, ортотропное тело, трансверсально изотропное тело.
4 семестр	
10	Теория Б.В.Пономарева, В.М.Панферова, А.В.Березина, Е.В.Ломакина, Р.М.Джонса, Д.А.Гаврилова, А.А.Золочевского, В.В.Петрова-И.Г.Овчинникова, С.С.Вялова, Д.Л.Быкова.
11	Теория Н.М.Матченко-А.А.Трещева. Условия разгрузки.
12	Теории разнотолзучести С.А.Амбарцумяна, Н.М.Матченко-Л.А. Толоконникова, И.Ю.Цвелодуба, О.В.Соснина, А.А.Золочевского.
13	Теория пластичности и прочности Кулона-Мора, Миролюбова, Баландина, Гениева, Грина, Друккера-Прагера, Карпенко, гибридные условия.
14	Теория пластичности и прочности А.А.Трещева и Е.В.Ломакина.
15	Решение простейших задач разномодульной теории упругости. Термодинамические основы разномодульной теории упругости. Температурные задачи.
16	Плоские и осесимметричные задачи разномодульной теории упругости.
17	Теория разномодульных пластин и оболочек.
18	Теория Амбарцумяна С.А., Бригадирова Г.В., Логунова В.М., Петрова В.В., Пономарева Б.В., Берта-Редди.
19	Теория Трещева А.А.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

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
3 семестр	
1	Проработка тем лекционных занятий
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
4 семестр	
1	Проработка тем лекционных занятий
2	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
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Реферат	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Реферат	20
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Зачет	40 (100*)	
4 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Реферат	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Реферат	20
		Итого	30
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

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
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 (модулю) требуются рабочие места преподавателя и обучающихся оснащенные письменными столами и/или партами.

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

7.1 Основная литература

1. Матченко, Н.М. Тульский государственный университет. Рос. акад. архитектуры и строительных наук. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов: Определяющие соотношения / Н.М.Матченко, А.А.Трещев; Рос. акад. архитектуры и строительных наук; ТулГУ. - М.: Изд-во ТулГУ, 2000. – 149 с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-87938-022-X: 90.00.

2. Трещёв, А.А. Российская академия архитектуры и строительных наук. Тульский государственный университет. Анизотропные пластины и оболочки из разносопротивляющихся материалов: монография / А.А.Трещев; Рос. акад. архитектуры и строит. наук, ТулГУ. - М.: РААСН; Тула: ТулГУ, 2007. - 160с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-7679-0700-2: 100.00.

3. Трещев, А.А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А.Трещев. – М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2008. – 264 с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-7679-1283-4.: 173.00.

4. Кабанцев, О. В. Теория расчета и проектирования : учебное пособие / О. В. Кабанцев. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2021. — 146 с. — ISBN 978-5-7264-2881-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/249038>. — Режим доступа: для авториз. пользователей

5. Соловьев, А. К. Проектирование зданий и сооружений : учебное пособие / А. К. Соловьев, А. И. Герасимов, Е. В. Никонова. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5-7264-2469-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165191>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Бондарь, В.С. Неупругость. Варианты теории / В.С.Бондарь.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 144с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-9221-0521-3/в пер./: 168.00.

2. Маркин, А.А. Тульский государственный университет. Нелинейная теория упругости: учеб.пособие / А.А.Маркин, Д.В. Христин; ТулГУ. - 2-е изд., доп. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. - 92с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-7679-1118-9: 49.00.

3. Ишлинский, А.Ю. Математическая теория пластичности / А.Ю.Ишлинский, Д.Д.Ивлев. - М.: Физматлит, 2003. - 704 с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-9221-0141-2 /в пер./: 409.00.

4. Ильюшин, А.А. Труды. Т.1, 1935-1945 / А.А.Ильюшин; сост.: Е.А.Ильюшина, Н.Р.Короткина. - М.: Физматлит, 2003. - 352с.: ил. - ISBN 5-9221-0329-6 /в пер./: 73.00.

5. Ивлев, Д.Д. Механика пластических сред. Т.1, Теория идеальной пластичности: В 2 т. / Д.Д.Ивлев. - М.: Физматлит, 2001. - 448 с. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-9221-0140-4 /в пер./: 33.00.

6. Амбарцумян С.А. Разномодульная теория упругости / С.А.Амбарцумян. - М.: Наука, 1982. - 320 с.

7. Матченко, Н.М. Тульский государственный университет. Рос. акад. архитектуры и строительных наук. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов: Тонкие пластины и оболочки / Н.М.Матченко, А.А.Трещев; Рос. акад. архитектуры и строительных наук; ТулГУ. - М.: Изд-во ТулГУ, 2005. - 186с.: ил. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-7679-0500-2 /в пер./: 90.00.

8. Матченко, Н.М. Рос. акад. архитектуры и строительных наук. ТулГУ. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов: Прикладные задачи теории упругости / Н.М.Матченко, А.А.Трещев; Рос. акад. архитектуры и строит. наук; ТулГУ. - М.: ТулГУ, 2004.- 211с. - Пара. тит. л. англ. - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-7679-0500-2 /в пер./: 100.00.

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

1. <https://smitu.ru/> – интернет-ресурс, Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет. Кафедра строительной механики и теории упругости

2. <https://scadsoft.com/news> – интернет-ресурс, Официальный сайт группы компаний "СКАД Софт"

3. <http://djvu-inf.narod.ru/tslib.htm> – интернет-ресурс, DjVu БИБЛИОТЕКИ - Строительство и инженерные системы

4. <http://publ.lib.ru/> – интернет-ресурс, Универсальная библиотека, портал создателей электронных книг, авторов произведений и переводов

5. <http://diminex.ru/> – интернет-ресурс, Строительство-библиотека строительства

6. <https://elib.spbstu.ru/> – интернет-ресурс, Фундаментальная библиотека СПбГПУ

7. <http://www.ipmnet.ru/> - Официальный сайт Института Проблем Механики РАН им. А.Ю.Ишлинского

8. http://www.elibrary.ru/org_items.asp?orgsid=656 – Научная электронная библиотека

9. <https://tsu.tula.ru/library/aboutlibrary> - 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. Текстовый редактор Microsoft Word;

2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;

3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. САПР Stark ES
5. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система КонсультантПлюс.