ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Сапожников С. Б.
Пользователь: sapozhnikovsb
Дата подписания: 04.05.2024

С. Б. Сапожников

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.10 Теории пластичности и ползучести
для направления 15.04.03 Прикладная механика
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 731

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 02.05.2024

П. А. Тараненко

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Щербакова А. О.
Пользователь: shcherbakovaao
Дата подписания: 02.05.2024

А. О. Щербакова

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

В рамках дисциплины изучаются основные вопросы реологии (теория пластичности и ползучести) твердого тела. Целью дисциплины является изучение основных положений реологии применительно к решению задач механики твердого тела, необходимых в профессиональной деятельности. Задачи, поставленные в курсе, для достижения цели: 1) ознакомить студентов с основными положениями реологии; 2) научить обоснованно применять расчетные модели и методы реологии к прикладным задачам механики твердого тела; 3) ознакомить с методами численного решения задач реологии конструкций, реализованными в современных математических программных комплексах.

Краткое содержание дисциплины

В рамках дисциплины изучаются основные вопросы реологии применительно к инженерным задачам. Курс включает в себя следующие разделы: 1) Общие положения реологии; 2) Деформационные свойства материалов и классические теории пластичности; 3) Классические теории ползучести; 4) Реология конструкции; 5) Учет больших перемещений.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	Знает: основные понятия и положения реологии, методы математического и компьютерного построения реологических моделей материала и конструкции, классические теории (модели) пластичности и ползучести, а также особенности их реализации в математических пакетах прикладных программ Умеет: применять теории (модели) пластичности и теории ползучести в практических задачах; составлять матричную модель МКЭ неупругой конструкции; понимать и объяснять феноменологические модели неупругой среды на основе принятых допущений Имеет практический опыт: составления матричной модели МКЭ неупругой конструкции
ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: основные положения и принципы теории пластичности и ползучести; виды и этапы разработки математической модели материала; векторную форму записи тензоров напряжений и деформаций; основные деформационные свойства материалов Умеет: выбирать для решения конкретных инженерных задач реологические модели, привлекая для этого методы математического и компьютерного моделирования, идентифицировать параметры этих моделей Имеет практический опыт: применения физико-математического аппарата, теоретических,

	расчетных и экспериментальных методов исследований, методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности; составления физико-механических математических компьютерных моделей неупругой конструкции

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	ФД.02 Теоретические основы метода конечных элементов и его инженерные приложения, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,75	35,75
Выполнение домашних заданий 1-4	20	20
Подготовка к зачету	15,75	15.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по

раздела		видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие положения реологии	4	2	2	0
2	Деформационные свойства материалов и классические теории пластичности	10	4	6	0
3	Классические теории ползучести	8	4	4	0
4	Реология конструкции	10	6	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общие положения. Введение. Подходы к моделированию. Гипотезы реологии. Векторная интерпретация напряжений и деформаций. Девиаторное пространство напряжений. Постулат изотропии. Принцип симметрии. Постулат устойчивости Друкера	2
2	2	Деформационные свойства. Кратковременное статическое нагружение. Длительное статическое нагружение. Циклическое деформирование	2
3	2	Теории пластичности. Деформационная теория. Модель идеальной пластичности. Ассоциированный закон пластического течения. Теории течения. Моделирование пластичности в пакете Ansys	2
4	3	Теории ползучести. Реономное поведение материалов. Кратковременная ползучесть. Восстановление мгновенной кривой деформирования. Пределы ползучести. Длительная прочность. Модели Максвелла и Фойгта	2
5	3	Технические теории ползучести. Теория старения. Теория течения. Теория упрочнения. Теория идеальной вязкости. Восстановление кривых релаксации по результатам испытаний на чистую ползучесть. Моделирование ползучести в пакете Ансис. Явный и неявный метод расчета ползучести. Примеры реализации кодов на языке APDL	2
6	4	Матричная модель. Дискретизация полей напряжений и деформаций. Функции формы. Метод смещений. Геометрическое соотношение.	2
7	4	Статическое соотношение. Физическое соотношение. Разрешающее уравнение. Статическое соотношение. Физическое соотношение. Разрешающее уравнение	2
8	4	Особенности построения одномерных моделей для симметричных конструкций. Матричная модель на примере толстостенной трубы	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Векторная интерпретация напряжений и деформаций 6-мерном пространстве напряжений, 5-мерном девиаторном пространстве и 3-мерном девиаторном подпространстве	2
2	2	Идентификация констант материала по результатам испытаний (Mathcad)	2
3	2	Сравнение моделей пластичности на примере задачи о растяжении образца (Ansys Workbench)	2
4	2	Растяжение стержня из идеально пластичного материала на примере треугольного КЭ при ПНС (Mathcad)	2
5	3	Практика – идентификация реологических констант материала по результатам испытаний на чистую ползучесть	2

6	3	Моделирование ползучести в пакете Ансис. Явный и неявный метод расчета ползучести. Примеры реализации кодов на языке APDL	2
7	4	Решение задачи о толстостенной трубе. Составление матричных соотношений	2
8	4	Решение задачи о толстостенной трубе. Расчет перемещений, напряжений и деформаций	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение домашних заданий 1-4	Основная литература [1, 2], дополнительная литература [1-4], учебно-методическое пособие [1], электронный конспект лекций	1	20
Подготовка к зачету	Основная литература [1, 2], дополнительная литература [1-4], учебно-методическое пособие [1], электронный конспект лекций	1	15,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	1	Текущий контроль	ДЗ1	1	5	Задание находится в электронном ЮУрГУ. Максимальный балл за данное контрольное мероприятие равен 5, проходной балл равен 3. Критерии оценки: 1. Качество решения задач; 2. Сроки выполнения задач; 3. Качество оформления задач. Для получения максимального балла задание должно быть решено верно, оформлено качественно и сдано в срок. Если в решении допущены грубые ошибки, то их необходимо исправлять и сдавать повторно. В этом случае их стоимость снижается в зависимости от числа и серьезности допущенных ошибок вплоть до минимально	зачет

						балла, равного 3. Срок выполнения задания – 1 неделя. Если задание сдано позже установленного срока, то его стоимость снижается до проходного балла. Задание должно быть оформлено в аккуратно с краткими, но емкими пояснениями. В противном случае оно проверке не подлежат - его необходимо переделывать и сдавать повторно, при этом стоимость его снижается до проходного балла	
2	1	Текущий контроль	ДЗ2	2	5	Задание находится в электронном ЮУрГУ. Максимальный балл за данное контрольное мероприятие равен 5, проходной балл равен 3. Критерии оценки: 1. Качество решения задач; 2. Сроки выполнения задач; 3. Качество оформления задач. Для получения максимального балла задание должно быть решено верно, оформлено качественно и сдано в срок. Если в решении допущены грубые ошибки, то их необходимо исправлять и сдавать повторно. В этом случае их стоимость снижается в зависимости от числа и серьезности допущенных ошибок вплоть до минимально балла, равного 3. Срок выполнения задания – 1 неделя. Если задание сдано позже установленного срока, то его стоимость снижается до проходного балла. Задание должно быть оформлено в аккуратно с краткими, но емкими пояснениями. В противном случае оно проверке не подлежат - его необходимо переделывать и сдавать повторно, при этом стоимость его снижается до проходного балла	зачет
3	1	Текущий контроль	ДЗ3	1	5	Задание находится в электронном ЮУрГУ. Максимальный балл за данное контрольное мероприятие равен 5, проходной балл равен 3. Критерии оценки: 1. Качество решения задач; 2. Сроки выполнения задач; 3. Качество оформления задач. Для получения максимального балла задание должно быть решено верно, оформлено качественно и сдано в срок. Если в решении допущены грубые ошибки, то их необходимо исправлять и сдавать повторно. В этом случае их стоимость снижается в зависимости от числа и серьезности допущенных ошибок вплоть до минимально балла, равного 3. Срок выполнения задания – 1 неделя. Если задание сдано позже установленного срока, то его стоимость снижается до проходного балла. Задание должно быть оформлено в аккуратно с краткими, но емкими пояснениями. В противном случае оно проверке не подлежат - его необходимо переделывать и	зачет

						сдавать повторно, при этом стоимость его снижается до проходного балла	
4	1	Текущий контроль	Зачет	4	5	Задание находится в электронном ЮУрГУ. Максимальный балл за данное контрольное мероприятие равен 5, проходной балл равен 3. Критерии оценки: 1. Качество решения задач; 2. Сроки выполнения задач; 3. Качество оформления задач. Для получения максимального балла задание должно быть решено верно, оформлено качественно и сдано в срок. Если в решении допущены грубые ошибки, то их необходимо исправлять и сдавать повторно. В этом случае их стоимость снижается в зависимости от числа и серьезности допущенных ошибок вплоть до минимально балла, равного 3. Срок выполнения задания – 1 неделя. Если задание сдано позже установленного срока, то его стоимость снижается до проходного балла. Задание должно быть оформлено в аккуратно с краткими, но емкими пояснениями. В противном случае оно проверке не подлежат - его необходимо переделывать и сдавать повторно, при этом стоимость его снижается до проходного балла	зачет
5	1	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	40	Зачет проводится в форме письменного ответа на вопросы билетов с последующим устным обсуждением пройденного материала. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Билет включает три вопроса (два вопроса практического характера и один - теоретического), позволяющих оценить сформированность компетенций. На подготовку ответов отводится 1 академический час. Критерии оценивания: Зачтено: теоретические вопросы раскрыты, задача решена (допускаются незначительные ошибки); на дополнительные вопросы даны ответы Не зачтено: теоретические вопросы раскрыты менее, чем на 60%, задача решена хуже, чем на 60%; на дополнительные вопросы студент затрудняется отвечать	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ОПК-5	Знает: основные понятия и положения реологии, методы математического и компьютерного построения реологических моделей материала и конструкции, классические теории (модели) пластичности и ползучести, а также особенности их реализации в математических пакетах прикладных программ	+	+	+	+	+
ОПК-5	Умеет: применять теории (модели) пластичности и теории ползучести в практических задачах; составлять матричную модель МКЭ неупругой конструкции; понимать и объяснять феноменологические модели неупругой среды на основе принятых допущений	+	+	+	+	+
ОПК-5	Имеет практический опыт: составления матричной модели МКЭ неупругой конструкции	+	+		+	+
ОПК-10	Знает: основные положения и принципы теории пластичности и ползучести; виды и этапы разработки математической модели материала; векторную форму записи тензоров напряжений и деформаций; основные деформационные свойства материалов			+	+	+
ОПК-10	Умеет: выбирать для решения конкретных инженерных задач реологические модели, привлекая для этого методы математического и компьютерного моделирования, идентифицировать параметры этих моделей			+	+	+
ОПК-10	Имеет практический опыт: применения физико-математического аппарата, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований, методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности; составления физико-механических математических компьютерных моделей неупругой конструкции			+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Садаков, О. С. Реология конструкций: Основные понятия и задачи реологии Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Сопротивления материалов, динамика и прочность машин. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1994. - 60 с. ил.
2. Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести Учеб. для студентов вузов Н. Н. Малинин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1975. - 400 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Бойл, Д. Анализ напряжений в конструкциях при ползучести Пер. с англ. А. С. Кравчука. - М.: Мир, 1986. - 360 с.
2. Работнов, Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела Учеб. пособие для мех.-мат. и физ. спец. ун-тов. - 2-е изд., испр. - М.: Наука, 1988. - 712 с. ил.
3. Гохфельд, Д. А. Пластичность и ползучесть элементов конструкций при повторных нагружениях. - М.: Машиностроение, 1984. - 256 с. ил.
4. Садаков, О. С. Основы тензорного анализа (применительно к теории упругости) Учеб. пособие для студ. спец."Динамика и прочность

машин" ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Сопротивление материалов, динамика и прочность машин; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1981. - 93 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Гохфельд Д.А., Садаков О.С. Основы предельного анализа упругопластических конструкций. Учебное пособие. Челябинск, 1979

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Гохфельд Д.А., Садаков О.С. Основы предельного анализа упругопластических конструкций. Учебное пособие. Челябинск, 1979

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	eLIBRARY.RU	Механические свойства сталей и сплавов при нестационарном нагружении Справ. Рос. акад. наук, Урал. отд-ние и др.; Д. А. Гохфельд, Л. Б. Гецов, К. М. Кононов и др.; Науч.-инженер. центр "Надежность и ресурс больших систем маши; Челяб. гос. техн. ун-т. - Екатеринбург: УрО РАН, 1996. - 407,[1] с.6, - 408 с. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21384339

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	334 (2)	Компьютеры с предустановленным программным обеспечением