

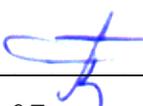
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Экспериментальное исследование свойств вязкоупругих
материалов
_____ (наименование)

Форма обучения: очная
_____ (очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
_____ (бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
_____ (часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
_____ (код и наименование направления)

Направленность: Экспериментальная механика
_____ (наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами знаний по механическому поведению вязкоупругих материалов в условиях действия квазистатических, циклических воздействий, умений и навыков экспериментального исследования характеристик вязкоупругих материалов.

Задачи дисциплины:

- изучение закономерностей механического поведения вязкоупругих материалов;
- формирование умения планирования и проведения экспериментальных исследований;
- формирование умения выбора математической модели для описания поведения материала;
- формирование навыков анализа механических свойств вязкоупругих материалов и оценки напряженно-деформированного состояния вязкоупругих конструкций

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные закономерности механического поведения материалов при квазистатических, циклических, динамических и температурных воздействиях;
- модели механического поведения упругих материалов;
- модели механического поведения пластических материалов;
- модели механического поведения вязкоупругих материалов.

1.3. Входные требования

Метрология и стандартизация в области механических испытаний
Цифровые технологии проектирования и прочностного анализа

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знать основные закономерности механического поведения вязкоупругих материалов; теоретические и экспериментальные методы изучения вязкоупругих свойств материалов; классические модели описания механического поведения вязкоупругих материалов и определяемые вязкоупругие характеристики	Знает основные механические характеристики материалов, стандарты испытаний и экспериментальные методы определения свойств материалов	Коллоквиум

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Уметь определять вязкоупругие характеристики материалов, проводить анализ и обработку экспериментальных данных	Умеет использовать информацию о свойствах материала для моделирования механического поведения и оптимизации свойств материалов	Защита лабораторной работы
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеть навыками использования вычислительного и испытательного оборудования, аппаратом идентификации вязкоупругих характеристик математических моделей, методиками проведения экспериментальных исследований и навыками описания полученных результатов	Владеет навыками оценки и прогнозирования свойств конструкционных материалов на основе полученных результатов моделирования и экспериментального исследования	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	16	16
- лабораторные работы (ЛР)	36	36
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет	9	9
Зачет		
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	144	144

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Закономерности поведения исследова-нии материалов при динамическом воз-действии	10	26	10	36
Некоторые сведения о физико-механических свой-ствах вязкоупругих материалов. Механические свойства вязкоупругих материалов, выявляемые при растяжении образцов. Явление ползучести. Явление релаксации напряжений. Механические свойства вязкоупругих сред при циклических воз-действиях. Особенности механического поведения нелинейных вязкоупругих сред. Интегральная, дифференциальная формы соотношений между напряжениями и деформациями. Механические модели описания поведения вязкоупругих материа-лов. Деформирование вязкоупругих материалов при различных температурах. Принцип темпера-турно-временной аналогии. Некоторые модели уче-та нелинейности в вязкоупругих средах.				
Методы испытаний материалов при динамическом воздействии	6	10	6	36
Анализ вычислительного и испытательного обору-дования, а также используемого в эксперименте программного обеспечения. Методики проведения экспериментальных исследований поведения мате-риалов. Методы определения вязкоупругих харак-теристик материалов. Методики идентификации параметров математических моделей на основе экспериментальных данных.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	36	16	72
ИТОГО по дисциплине	16	36	16	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Интегральная, дифференциальная формы соотношений между напряжениями и деформациями.
2	Механические модели описания поведения вязкоупругих материалов.
3	Деформирование вязкоупругих материалов при различных температурах. Принцип температурно-временной аналогии.
4	Некоторые модели учета нелинейности в вязкоупругих средах.
5	Методики проведения экспериментальных исследований поведения материалов.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Методы определения вязкоупругих характеристик материалов.
7	Методики идентификации параметров математических моделей на основе экспериментальных данных.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Механические свойства вязкоупругих материалов, выявляемые при растяжении образцов.
2	Явление ползучести.
3	Явление релаксации напряжений.
4	Механические свойства вязкоупругих сред при циклических воздействиях.
5	Особенности механического поведения нелинейных вязкоупругих сред.
6	Деформирование вязкоупругих материалов при различных температурах. Принцип температурно-временной аналогии.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	36
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Колтунов М. А. Ползучесть и релаксация : учебное пособие для втузов / М. А. Колтунов. - М.: Высш. шк., 1976.	18
2	Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости : пер. с англ. / Р. Кристенсен. - Москва: Мир, 1974.	10
3	Методы прикладной вязкоупругости / А. А. Адамов [и др.]. - Екатеринбург: УрО РАН, 2003.	39
4	Огибалов П. М. Механика полимеров : учебное пособие для втузов / П. М. Огибалов, В. А. Ломакин, Б. П. Кишкин. - Москва: Изд-во МГУ, 1975.	7
5	Работнов Ю. Н. Элементы наследственной механики твердых тел / Ю. Н. Работнов. - Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977.	8
6	Теория термовязкоупругости / Сост. Е.А. Ильюшина, В.Г. Тунгускова. - М.: Физматлит, 2007. - (Труды; Т. 3).	2
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Кристенсен Р. Введение в теорию вязкоупругости : пер. с англ. / Р. Кристенсен. - Москва: Мир, 1974.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks23580	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks158423	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ	https://biblio-online.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	«Цифровая оптическая система для анализа полей деформаций Vic-3D»	1
Лабораторная работа	Сервогидравлическая двухосевая испытательная система Instron 8850	1
Лабораторная работа	Сервоэлектрическая одноосная испытательная система Instron 8862	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютер	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(фонд оценочных средств)

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«экспериментальное исследование свойств вязкоупругих материалов»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы:	Экспериментальная механика Экспериментальное исследование свойств вязкоупругих материалов
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Экспериментальная механика и конструкционное материаловедение
Форма обучения:	Очная
Форма промежуточной аттестации:	Дифференцированный зачет

Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Промежуточный / рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	КР/ КИЗ		дифференцированный зачет
Усвоенные знания						
З.1 Знать основные закономерности механического поведения вязкоупругих материалов		ТО1				ТВ
З.2 знать теоретические и экспериментальные методы изучения вязкоупругих свойств материалов		ТО2				ТВ
З.3. знать классические модели описания механического поведения вязкоупругих материалов и определяемые вязкоупругие характеристики		ТО3				ТВ
Освоенные умения						
У.1 Уметь определять вязкоупругие характеристики материалов			ОЛР1			ПЗ
У.2 уметь проводить анализ и обработку экспериментальных данных			ОЛР1 - ОЛР6	КР1		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеть навыками использования вычислительного и испытательного оборудования			ОЛР4			КЗ
В.2 владеть аппаратом идентификации вязкоупругих характеристик математических моделей			ОЛР5			КЗ
В.3 владеть методиками проведения экспериментальных исследований и навыками описания полученных результатов			ОЛР6	КР2		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине

является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета проводимая с учетом результатов текущего и промежуточного и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных (практических) работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Типовые задания первой КР:

1. Описать интегральную/дифференциальную формы соотношений между напряжениями и деформациями.
2. Деформирование вязкоупругих материалов при различных температурах.

Принцип температурно-временной аналогии

Типовые задания второй КР:

1. Определить вязкоупругие характеристики материалов
2. Идентифицировать параметры математической модели на основе экспериментальных данных.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего, промежуточного и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего, промежуточного и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Явление ползучести.
2. Механические свойства вязкоупругих материалов, выявляемые при растяжении образцов.

3. Явление релаксации напряжений.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Описать модели учета нелинейности в вязкоупругих средах.
2. Определить вязкоупругие характеристики материала.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Провести оценку свариваемости новых конструкционных материалов, используемых в машинах и оборудовании нефтяных и газовых промыслов в зависимости от индивидуальных направлений магистерских диссертаций.

2. Определить основные свойства различных конструкционных материалов, используемых в машинах и оборудовании нефтяных и газовых промыслов в зависимости от индивидуальных направлений магистерских диссертаций, расчетными и экспериментальными методами.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 5-ти балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего, промежуточного и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 5-ти балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.