

УТВЕРЖДЕНО
приказом ФИЦ КазНЦ РАН
от 02.12.2025 № 14-АО

Разработано и рекомендовано к утверждению
Ученым советом ИЭПТ ФИЦ КазНЦ РАН
28 ноября 2025 г., протокол № 14

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория ползучести»

Составная часть
**ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре**

Научные специальности

1.1.8. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий
6. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия – 27 часов, самостоятельная работа – 92 часа, зачет - 1 час, всего – 120 часов.

Форма проведения аудиторных занятий – лекции, семинары, консультации.

Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала. В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины аспирант должен обладать следующими компетенциями:

2.1. Универсальные компетенции:

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2).

2.2. Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

2.3. Профессиональные компетенции:

- способность собирать и анализировать мировые научные знания о фундаментальных основах современной механики деформируемого твердого тела и формулировать направления самостоятельных исследований (ПК-1);
- владение основами современных методов экспериментальной механики деформируемого твердого тела (ПК-2).

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теория ползучести» является дисциплиной основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 01.06.01 Математика и механика. Дисциплина направлена на подготовку к

кандидатскому экзамену по направлению «Механика деформируемого твердого тела».

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов материаловедения, сопротивления материалов, механики деформируемого твердого тела в рамках магистерской программы образования или специалитета. Владением данными знаниями и умениями устанавливается в ходе вступительных испытаний в аспирантуру.

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки.

Цели и задачи освоения дисциплины - получение и последующее применение знаний о механике деформируемого твердого тела для решения теоретических и практических научных задач.

Для достижения поставленной цели и приобретения практических навыков обучающийся должен уметь решать следующие задачи:

- ознакомиться с основными положениями дисциплины;
- научиться обоснованно применять расчетные модели и методы к прикладным научным задачам;
- ознакомиться с методами численного решения задач механики, реализованными в современных математических программных комплексах.

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			Аудит. работа	самостоятельная работа
1	Ползучесть металлов. Основные опытные факты и феноменологические теории	20	5	15
1.1	Основные сведения о ползучести. Релаксация напряжений	10	2	8
1.2	Основные теории ползучести	10	3	7
2	Установившаяся ползучесть	20	5	15
2.1	Состояние установившейся ползучести	7	2	5
2.2	Общая теория установившейся ползучести	7	2	5
2.3	Приближенные решения задач установившейся ползучести	6	1	5
3	Неустановившаяся ползучесть	20	5	15
3.1	Неустановившаяся ползучесть. Общие теоремы	7	2	5

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			Аудит. работа	самостоятельная работа
3.2	Приближенное решение задач неустановившейся ползучести	7	2	5
3.3	Приближенное решение релаксационных задач	6	1	5
4	Ползучесть при сложном напряженном состоянии	20	6	14
4.1	Установившаяся ползучесть	10	3	7
4.2	Неустановившаяся ползучесть	10	3	7
5	Длительное разрушение при высоких температурах	20	4	16
5.1	Основные сведения о длительной прочности. Виды разрушения.	10	2	8
5.2	Критерии длительной прочности	10	2	8
6	Использование конечно-элементного программного комплекса МКЭ для решения задач ползучести	20	2	18
	Зачет	1	1	
	Всего	120	28	92

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по изучаемой теме. Формой итогового контроля по дисциплине является зачет. Зачет проводится по вопросам.

Вопросы к зачету:

Тема 1. Основные сведения о ползучести. Релаксация напряжений.

Основные сведения о ползучести и релаксации напряжений. Стадии ползучести. Основные результаты экспериментального изучения ползучести при одноосном растяжении. Кривые ползучести.

Тема 2. Основные теории ползучести.

Простейшие теории ползучести. Теория течения. Теория старения. Теория упрочнения. Теория наследственности. Упрощенные уравнения ползучести.

Тема 3. Состояние установившейся ползучести.

Состояние установившейся ползучести. Вариационный принцип Лагранжа. Вариационный принцип Кастильяно. Некоторые следствия вариационных принципов.

Тема 4. Общая теория установившейся ползучести.

Частные формы уравнений установившейся ползучести. Степенной закон ползучести. Способ Качанова. Теорема энергии.

Тема 5. Приближенные решения задач установившейся ползучести.

Основная и смешанные задачи. Идеально ползучее тело. Приближенный метод решения. Общий вариационный метод решения задач установившейся ползучести.

Тема 6. Неустановившаяся ползучесть. Общие теоремы.

Система уравнений неустановившейся ползучести. Принцип минимума дополнительной мощности. О приближении к состоянию установившейся ползучести. Теорема энергии. Применение гипотезы упрочнения к расчетам на неустановившуюся ползучесть.

Тема 7. Приближенное решение задач неустановившейся ползучести.

Неустановившаяся ползучесть при заданных нагрузках. Примеры.

Тема 8. Приближенное решение релаксационных задач.

Метод Шестерикова. Смешанный вариационный принцип. Примеры.

Тема 9. Установившаяся ползучесть

Изотропная ползучесть. Потенциал ползучести. Специальные формы закона ползучести. Квазилинейные уравнения установившейся ползучести. Анизотропная ползучесть. Определение параметров анизотропии.

Тема 10. Неустановившаяся ползучесть

Теории ползучести деформационного типа. Обобщение теории упрочнения. Экспериментальная проверка теорий ползучести при сложном напряженном состоянии и постоянных нагрузках. Опыты Джонсона. Ползучести при сложном напряженном состоянии и переменных нагрузках.

Тема 11. Основные сведения о длительной прочности. Виды разрушения.

Температурно-временные зависимости длительной прочности. Вязкое разрушение. Разрушение, сопровождаемое охрупчиванием. Смешанное разрушение. Гипотеза Качанова.

Тема 12. Критерии длительной прочности

Разрушение при циклических нагрузках. Опытное исследование длительной прочности при сложном напряженном состоянии. Общие представления о длительном разрушении при сложном напряженном состоянии.

Тема 13. Использование конечно-элементного программного комплекса МКЭ комплекса для решения задач ползучести

Выбор теории ползучести. Способы задания свойств ползучести. Выбор типа элемента. Определение параметров, задающих временные характеристики для выполнения счета и условия сходимости решения. Анализ решений, зависящих от времени. Примеры.

6.2. Критерии оценки итогового контроля:

«зачтено»	Вопрос раскрыт, основные идеи, алгоритмы и подходы изложены
-----------	---

«не зачтено»	Вопрос не раскрыт или раскрыт частично, основные идеи, алгоритмы и подходы не изложены
--------------	--

При выборе аспирантом дисциплины «Теория ползучести» в качестве элективной, зачет по дисциплине является допуском к промежуточной аттестации – кандидатскому экзамену по специальной дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Литература (жирным шрифтом выделена основная литература)

- 1. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.:Наука, 1966**
- 2. Ржаницын А. Р. Теория ползучести. М.: Стройиздат, 2007**
- 3. Качанов Л.М. Теория ползучести. М.: Физматгиз, 1960**
- 4. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975**
- 5. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твёрдого тела. М.: Наука, 1988**
- 6. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести М.: Высшая школа, 1961**
- 7. Шлянников В.Н. Вычислительная механика деформирования и разрушения. Казань, Издательство КГЭУ, 2002.**
- 8. Сапунов В.Т. Основы теории пластичности и ползучести. М.: МИФИ, 2008.**
9. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения. М.: Высшая школа, 2009
10. Локошенко А.М. Моделирование процесса ползучести и длительной прочности металлов. М.: МГИУ, 2007
11. Морозов Е.П., Никишков Г.П. «МКЭ в механике разрушения» М.: Наука, 1980.
12. Пестриков В. М., Морозов Е.М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий. Практикум. СПб.: БХВ-Петербург. 2007.

7.2. Электронные ресурсы

1. Российская государственная библиотека - <https://www.rsl.ru/>
2. Национальная библиотека Республики Татарстан - <https://kitaphane.tatarstan.ru/>
3. Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>
4. Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>
5. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>
6. Издательство «Просвещение» - prosv.ru
7. Издательство «ФИЗМАТЛИТ» - <https://fml.ru/>

8. Издательство «Лань» - <https://lanbook.com/>

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций