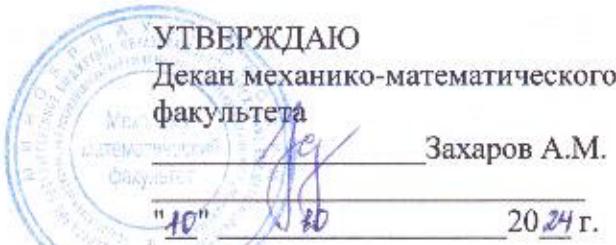


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Механико-математический факультет



**Рабочая программа дисциплины**  
**НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ВОЛНЫ В ВЯЗКОУПРУГИХ СИСТЕМАХ**

Направление подготовки магистратуры  
*01.04.03 Механика и математическое моделирование*

Профиль подготовки магистратуры  
*Механика деформируемого твердого тела*

Квалификация (степень) выпускника  
*Магистр*

Форма обучения  
*очная*

Саратов,  
2024

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Анофрикова Н.С.		10.10.2024
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		10.10.2024
Заведующий кафедрой	Коссович Л.Ю.		10.10.2024
Специалист Учебного управления			

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» является: знакомство с некоторыми видами задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, тонкостенных оболочках и тонких двухслойных пластинах, а также с точными и асимптотическими методами, применяемыми при решении таких задач. Компетенции, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут понадобиться в научно-исследовательской, проектно-технологической деятельности выпускников магистратуры.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к дисциплинам по выбору ООП магистратуры по направлению 01.04.03 «Механика и математическое моделирование» и профилю подготовки «Механика деформируемого твердого тела». На ее изучение отводится 180 часов (38 часов контактной работы (в том числе: 18 часов – лекции, 18 часов – практика (из них – 18 часов – практическая подготовка), 2 часа КСР), 88 час СРС, 54 часа - контроль). Согласно учебному плану направления и профиля подготовки данный курс в третьем семестре заканчивается экзаменом.

Изложение основ данного курса опирается на следующие дисциплины: «Механика сплошной среды», «Теория вязкоупругости», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения математической физики», «Теория функций комплексного переменного», «Асимптотические методы в механике сплошной среды».

Знания и умения, полученные при изучении курса «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы, при прохождении научно-производственной и преддипломной практик, при написании магистерской работы.

## **3. Результаты обучения по дисциплине**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения</b>
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе	<b>1.1_М.УК-1.</b> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи	<b>Знать:</b> – постановку основных задач теории распространения

<p>системного вырабатывать подхода, стратегию действий.</p>	<p>между ними.</p>	<p>нестационарных волн в вязкоупругих системах;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа проблемной ситуации, выявления составляющих задачи и связей между ними.</li> </ul>
	<p><b>1.2_М.УК-1.</b> Осуществляет поиск алгоритмов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей детальной разработке. Предлагает способы их решения.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные источники информации по теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– находить асимптотические методы для решения поставленной задачи;</li> <li>– определить в рамках выбранного метода вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей детальной разработке;</li> <li>– предложить метод решения поставленной задачи.</li> </ul>

		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками поиска и подбора асимптотического метода для решения поставленной задачи МСС.</li> </ul>
	<p><b>1.3_М.УК-1.</b> Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</li> <li>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработать стратегию для достижения поставленной цели при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками разработки стратегии для достижения поставленной цели при решении поставленных задач как последовательность шагов, предвидя результат каждого</li> </ul>

		из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.
<b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	<p><b>1.1_М.УК-2.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</li> <li>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработать концепцию проекта в рамках решения задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками разработки концепции проекта при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов;</li> <li>– навыками формулировки цели, задач, актуальность,</li> </ul>

		<p>значимость (научной и практической), ожидаемых результатов и возможных сфер их применения.</p> <p><b>1.2_М.УК-2.</b> Способен видеть результат деятельности и планировать последовательность шагов для его достижения. Формирует план-график реализации проекта и план контроля за его выполнением.</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</li> <li>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– увидеть результат деятельности при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов;</li> <li>– планировать последовательность шагов для достижения результата;</li> <li>– сформировать план-график реализации проекта и план контроля за его выполнением при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками составления плана-графика реализации проекта и плана контроля за его выполнением при решении задач о распространении нестационарных волн в</li> </ul>
--	--	--

		<p>вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов.</p>
	<p><b>1.4_М.УК-2.</b> Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</p> <p>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</p> <p>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– публично представлять результаты проекта (или отдельных его этапов) при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов в форме отчетов, выступлений на научно-практических семинарах.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– публичного представления результатов проекта (или отдельных его этапов) при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов.</p>

	<p><b>1.5_М.УК-2.</b> Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение).</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</li> <li>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– найти возможные пути внедрения в практику результатов проекта при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками поиска возможных путей (алгоритмов) внедрения в практику результатов проекта и навыками внедрения в практику результатов проекта при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках с помощью асимптотических методов.</li> </ul>
<p><b>УК-6.</b> Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.</p>	<p><b>1.1_М.УК-6.</b> Находит, обобщает и творчески использует имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</li> <li>– математические модели, распространения</li> </ul>

		<p>нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</p> <p>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– находить, обобщать и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с поставленными задачами.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– обобщения и творческого использования имеющегося опыта в соответствии с задачами саморазвития.</p>
	<p><b>1.2_М.УК-6.</b></p> <p>Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяя реалистические цели профессионального роста.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>– свои возможности по применению асимптотических методов при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>– самостоятельно мотивировать себя и стимулировать к саморазвитию;</p> <p>– определить реалистические цели профессионального роста.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками самостоятельной мотивации и стимулирования к саморазвитию;</p> <p>– навыками определения реалистических целей профессионального роста.</p>

	<p><b>1.3_М.УК-6.</b> Планирует профессиональную траекторию с учетом профессиональных особенностей, а также других видов деятельности и требований рынка труда.</p>	<p><b>Знать:</b> – основы планирования профессиональной траектории.</p> <p><b>Уметь:</b> – планировать профессиональную траекторию с учетом профессиональных особенностей, а также других видов деятельности и требований рынка труда.</p> <p><b>Владеть:</b> – планирования профессиональной траектории с учетом профессиональных особенностей, а также других видов деятельности.</p>
	<p><b>1.4_М.УК-6.</b> Действует в условиях неопределенности, корректируя планы и шаги по их реализации с учетом имеющихся ресурсов.</p>	<p><b>Знать:</b> – основы планирования целей деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> – критически оценить эффективность реализации составленного плана, корректируя его и шаги по его реализации с учетом имеющихся ресурсов.</p> <p><b>Владеть:</b> – навыками деятельности в условиях неопределенности; – навыками корректировки планов и шагов по их реализации с учетом имеющихся ресурсов.</p>
<p><b>ПК-1.</b> Способен разрабатывать новые математические модели и методы расчета поведения элементов конструкций при силовом и температурном воздействиях.</p>	<p><b>1.1_М.ПК-1.</b> Обладает фундаментальными знаниями в области математики, механики деформируемых тел, теории колебаний.</p>	<p><b>Знать:</b> – постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах; – математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках; – асимптотические методы,</p>

		<p>применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правильно подобрать асимптотический метод решения в зависимости от постановки задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками подбора асимптотического метода при решении задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках в зависимости от имеющейся математической модели.</li> </ul>
	<p><b>4.1_М.ПК-1.</b> Способен разработать новый метод решения задач о деформировании элемента конструкции под действием заданных нагрузок.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработать новый асимптотический метод при решении задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках в зависимости от имеющейся математической модели.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками разработки новых асимптотических методов при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках в зависимости от имеющейся математической модели.</li> </ul>

	<p><b>5.1_М.ПК-1.</b> Обладает навыками тестирования разработанных моделей и методов, верификации результатов расчета</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– протестировать построенную модель распространения нестационарных волн в вязкоупругом стержне, пластине или оболочке;</li> <li>– установить непротиворечивость разработанного асимптотического метода при решении задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругом стержне, пластине или оболочке;</li> <li>– верифицировать результаты расчетов при применении асимптотических методов при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками верификации результатов расчетов при применении асимптотических методов при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul>
<p><b>ПК-2.</b> Способен к проведению теоретических и экспериментальных научных исследований в области механики деформируемого твердого</p>	<p><b>1.1_М.ПК-2.</b> Демонстрирует знание современных научных достижений в области математики, механики деформируемых тел, теории колебаний.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</li> </ul>

тела.		<p>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</p> <p>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</p>
<p><b>2.1_М.ПК-2.</b> Обладает навыками написания научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.</p>		<p><b>Уметь:</b></p> <p>– демонстрировать знание основных задач и математических моделей распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</p> <p>– демонстрировать знание основных асимптотических методов, применяемых при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>– навыками демонстрации знаний основных задач и математических моделей распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках, а также применения асимптотических методов к решению задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</p> <p><b>Знать:</b></p> <p>– основные принципы написания научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языках.</p>

		<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– написать научный обзор, реферат по применению асимптотических методов к решению задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках на русском и английском языках.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками написания научного обзора, реферата по применению асимптотических методов к решению задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках на русском и английском языках.</li> </ul>
	<p><b>5.1_М.ПК-2.</b> Имеет опыт научно-исследовательской деятельности в области математики, механики деформируемых тел, теории колебаний.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– постановку основных задач теории распространения нестационарных волн в вязкоупругих системах;</li> <li>– математические модели, распространения нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять известные асимптотические методы к решению новых задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– модифицировать</li> </ul>

		<p>известные асимптотические методы под конкретную задачу о распространении нестационарных волн в вязкоупругом стержне, пластине или оболочке.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками проведения научно-исследовательской деятельности при применении асимптотических методов к решению задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul>
<p><b>ПК-3.</b> Способен представлять результаты собственных исследований в области механики деформируемого твердого тела в форме отчета, доклада или научной статьи.</p>	<p><b>1.1_М.ПК-3.</b> Владеет навыками представления результатов научных исследований и прикладных расчетов в строгих математических формулировках и в терминах механики деформируемого твердого тела.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и термины теории распространения волн в вязкоупругих системах;</li> <li>– основные понятия и термины теории асимптотических методов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представлять результаты научных исследований и прикладных расчетов при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках асимптотическими методами в строгих математических формулировках и в терминах механики деформируемого твердого тела.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками представления результатов научных исследований и прикладных расчетов в строгих математических формулировках и в терминах механики</li> </ul>

		деформируемого твердого тела.
<b>ПК-4.</b> Способен к проведению расчетов деталей, узлов и отсеков конструкции на прочность и анализу их результатов	<b>1.1_М.ПК-4.</b> Владеет основными методами прикладных теорий стержней, пластин и оболочек, а также методом конечных элементов.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках и области их применения.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять известные асимптотические методы к решению новых задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основными асимптотическими методами при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках.</li> </ul>
	<b>3.1_М.ПК-4.</b> Способен провести анализ результатов расчетов и сформулировать рекомендации по доработке конструкции.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные асимптотические методы, применяемые при решении задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках и области их применения.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– провести анализ результатов расчетов, полученных асимптотическим методом при исследовании задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках и сформулировать рекомендации по доработке</li> </ul>

			исследуемой конструкции.
			<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа результатов расчетов, полученных асимптотическим методом при исследовании задач о распространении нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, пластинах и оболочках;</li> <li>– навыками формулировки рекомендаций по доработке исследуемой конструкции.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лекции	Практические занятия		КСР	СР	контроль	всего
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1	<b>Введение</b>	3	1	1	-	-	-	2	-	3
2	<b>Основные понятия и уравнения линейной теории вязкоупругости</b>	3	2-3	2	2	2	-	4	-	8
3	<b>Нестационарные продольные волны в вязкоупругих стержнях</b>	3	4-7	4	5	5	-	24	-	33

3.1	Постановка и точный метод решения задачи о распространении нестационарных продольных волн в вязкоупругом стержне	3	4	1	2	2	-	8	-	11
3.2	Метод расчленения напряженно-деформированного состояния на составляющие	3	5	1	-	-	-	-	-	1
3.3	Погранслой в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью	3	6	1	2	2	-	6	-	9
3.4	Погранслой в окрестности фронта волны с длительной скоростью	3	7	1	1	1	-	8	-	10
<b>4</b>	<b>Нестационарные волны в вязкоупругих тонкостенных оболочках</b>	<b>3</b>	<b>8-15</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>52</b>
4.1	Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих оболочках	3	8	1	1	1	-	2	-	4
4.2	Низкочастотные длинноволновые тангенциальные приближения трехмерных уравнений	3	9-10	2	2	2	-	6	-	10
4.3	Низкочастотные длинноволновые поперечные приближения трехмерных уравнений	3	11	1	-	-	-	4	-	5
4.4	Уравнения погранслоя	3	12	1	2	2	-	4	-	7

	окрестности квазифронта										
4.5	Уравнения погранслоя в окрестности фрона волны расширения	3	13	1	-	-	-	6	-	7	
4.6	Нестационарные волны при ударных продольных воздействиях тангенциального типа	3	14	1	2	2	3	6	-	12	
4.7	Нестационарные волны при продольных воздействиях изгибающего типа	3	15	1	-	-	-	6	-	7	
<b>5</b>	<b>Нестационарные волны в вязкоупругих тонких двуслойных пластинах</b>	<b>3</b>	<b>16-18</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	-	<b>24</b>	-	<b>30</b>	
5.1	Постановка задачи о распространении нестационарных волн в тонких двуслойных вязкоупругих пластинах	3	16	1	1	1	-	2	-	4	
5.2	Тангенциальные длинноволновые низкочастотные приближения трехмерных уравнений	3	17	1	2	2	-	10	-	13	
5.3	Поперечные длинноволновые низкочастотные приближения трехмерных уравнений	3	18	1	-	-	-	12	-	13	
<b>6</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>3</b>		-	-	-	-	-	-	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>Общая трудоемкость дисциплины <i>180 часов</i></b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>88</b>	<b>54</b>	<b>180</b>	

## Содержание дисциплины

### 1. Введение

История появления и развития теории вязкоупругости. Основные понятия динамики тонкостенных конструкций. Основные виды точных и приближенных методов, применяемых при решении нестационарных задач. Роль асимптотических методов в исследовании нестационарных задач.

### 2. Основные понятия и уравнения линейной теории вязкоупругости

Основные понятия линейной теории вязкоупругости. Простейшие модели вязкоупругих тел: модель Максвелла, модель Фойгта, модель стандартного вязкоупругого тела. Дифференциальная форма соотношений между напряжением и деформацией для простейших моделей (одномерный случай). Общий вид уравнений состояния – дифференциальная форма.

Принцип наследственности Больцмана-Вольтерра. Ядра наследственности. Резольвентные операторы. Интегральная форма определяющих соотношений вязкоупругости. Условие затухающей памяти. Ядро ползучести и ядро релаксации. Мгновенные и длительные модули упругости. Некоторые виды ядер, используемые в расчетах: экспоненциальное ядро, ядро в виде суммы экспонент, ядро Работнова Ю.Н., ядро Колтунова М.А., ядро Ржаницына А.Р.

Переход от дифференциальной формы соотношений линейной вязкоупругости к интегральной форме. Ядра ползучести и релаксации для простейших моделей вязкоупругого поведения. Переход от интегральной формы соотношений линейной вязкоупругости к дифференциальной форме.

Обобщение трехмерной модели упругого изотропного тела на случай вязкоупругого поведения. Интегральные операторы Больцмана-Вольтерра. Соотношения вязкоупругости для материалов, удовлетворяющих условию упругого объемного расширения. Дифференциальная форма трехмерных уравнений состояния для простейших вязкоупругих моделей.

### 3. Нестационарные продольные волны в вязкоупругих стержнях

3.1. Постановка и точный метод решения задачи о распространении нестационарных продольных волн в вязкоупругом стержне

Основные понятия: стержень, ударная волна. Математическое моделирование ударной нагрузки. Постановка задачи о распространении нестационарной продольной волны в вязкоупругом стержне: полная система разрешающих уравнений, начальные условия, граничные условия. Понятие о мгновенной и длительной скоростях. Построение точного решения задачи с помощью метода интегрального преобразования Лапласа по переменной времени и метода контурного интегрирования. Анализ полученного решения.

### 3.2. Метод расчленения напряженно-деформированного состояния на составляющие

Идея метода расчленения напряженно-деформированного состояния на составляющие. Четыре зоны применимости различных видов асимптотик: зона квазиупругого решения, погранслой в окрестности квазифронта, зона малоамплитудного решения, погранслой в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью.

#### 3.3. Погранслой в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью

Асимптотика точного решения в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью. Вывод уравнения погранслоя в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью. Характеристические переменные. Решение уравнения погранслоя в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью. Сравнение результатов.

#### 3.4. Погранслой в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью

Асимптотика точного решения в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью. Вывод уравнения погранслоя в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью. Понятие о дробной производной. Характеристические переменные. Решение уравнения погранслоя в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью. Сравнение результатов.

### 4. Нестационарные волны в вязкоупругих тонкостенных оболочках

#### 4.1. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих оболочках

Понятие о тонкостенных оболочках. Уравнения теории вязкоупругости в триортогональной криволинейной системе координат. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих оболочках вращения при ударных продольных воздействиях. Виды ударных продольных воздействий (продольное воздействие тангенциального типа, продольное воздействие изгибающего типа) и математическая запись соответствующих граничных условий. Расчленение нестационарного напряженно-деформированного состояния на составляющие с различными показателями изменяемости.

#### 4.2. Низкочастотные длинноволновые тангенциальные приближения трехмерных уравнений

Выбор безразмерных переменных и безразмерных параметров. Введение асимптотик для компонент напряженно-деформированного состояния. Разделение уравнений на четные и нечетные части относительно нормальной координаты. Асимптотическое интегрирование безразмерных

уравнений и установление зависимостей неизвестных величин от нормальной координаты. Установление связи между безразмерными величинами. Запись двумерных уравнений в перемещениях и усилиях.

**4.3. Низкочастотные длинноволновые поперечные приближения трехмерных уравнений**

Выбор безразмерных переменных и параметров. Введение асимптотик для компонент напряженно-деформированного состояния. Разделение уравнений на четные и нечетные части относительно нормальной координаты. Асимптотическое интегрирование безразмерных уравнений и установление зависимостей неизвестных величин от нормальной координаты. Установление связи между безразмерными величинами. Запись двумерных уравнений в перемещениях, усилиях и моментах.

**4.4. Уравнения погранслоя в окрестности квазифронта**

Введение безразмерных переменных и представление искомых функций в виде тригонометрических рядов по окружной координате. Характеристические переменные. Выбор асимптотики напряженно-деформированного состояния. Разделение уравнений на четные и нечетные относительно нормальной координаты части. Установление зависимости неизвестных величин от нормальной координаты путем интегрирования безразмерных уравнений. Связь между безразмерными величинами. Запись двумерных уравнений для асимптотически главных компонент напряженно-деформированного состояния в перемещениях и усилиях.

**4.5. Уравнения погранслоя в окрестности фронта волны расширения**

Введение безразмерных переменных и представление искомых функций в виде тригонометрических рядов по окружной координате. Характеристические переменные. Выбор асимптотики напряженно-деформированного состояния. Вывод уравнений погранслоя в окрестности фронта волны расширения.

**4.6. Нестационарные волны при ударных продольных воздействиях тангенциального типа**

Схема расчленения нестационарного напряженно-деформированного состояния на составляющие в случае продольного воздействия тангенциального типа. Построение решения для двумерной безмоментной составляющей в случае цилиндрической оболочки с помощью метода интегрального преобразования Лапласа по переменной времени. Решение уравнений погранслоя в окрестности квазифронта с помощью интегрального преобразования Лапласа. Решение уравнений погранслоя в окрестности фронта волны расширения с помощью последовательного применения интегрального преобразований Лапласа по переменной времени и

интегрального синус- и косинус- преобразования Фурье по продольной координате.

**4.7. Нестационарные волны при ударных продольных воздействиях тангенциального типа**

Схема расчленения нестационарного напряженно-деформированного состояния на составляющие в случае продольного воздействия изгибающего типа. Построение решения для двумерной изгибной составляющей в случае цилиндрической оболочки с помощью метода интегрального преобразования Лапласа по переменной времени. Решение уравнений погранслоя в окрестности фронта волны расширения с помощью последовательного применения интегрального преобразований Лапласа по переменной времени и интегрального синус- и косинус- преобразования Фурье по продольной координате.

**5. Нестационарные волны в вязкоупругих тонких двухслойных пластинах**

**5.1. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в тонких вязкоупругих двухслойных пластинах**

Понятие о тонких пластинах. Многослойные пластины. Виды ударных нагрузок на торец тонкой пластины и математическая запись соответствующих граничных условий. Граничные условия на стыке слоев. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих тонких двухслойных пластинах. Метод расчленения напряженно-деформированного состояния на составляющие.

**5.2. Тангенциальные длинноволновые низкочастотные приближения трехмерных уравнений**

Выбор безразмерных переменных. Введение асимптотик для компонент напряженно-деформированного состояния. Асимптотическое интегрирование безразмерных уравнений и установление зависимостей неизвестных величин от нормальной координаты. Установление связи между безразмерными величинами. Запись двумерных уравнений в перемещениях и усилиях. Определение двумерной тангенциальной составляющей в задаче о действии ударной нагрузки тангенциального типа на торец вязкоупругой двухслойной пластины.

**5.3. Поперечные длинноволновые низкочастотные приближения трехмерных уравнений**

Выбор безразмерных переменных. Введение асимптотик для компонент напряженно-деформированного состояния. Асимптотическое интегрирование безразмерных уравнений и установление зависимостей неизвестных величин от нормальной координаты. Установление связи между

безразмерными величинами. Запись двумерных уравнений в перемещениях, усилиях и моментах. Определение двумерной изгибной составляющей в задаче о действии ударной нагрузки изгибающего типа на торец вязкоупругой двухслойной пластины.

### **Практические занятия по дисциплине «Нестационарные волны в вязкоупругих системах»**

Тема 1. Дифференциальная и интегральная форма определяющих соотношений вязкоупругости (2 часа).

Тема 2. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругом стержне, точный метод решения (2 часа).

Тема 3. Вывод и решение уравнения погранслоя в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью (2 часа).

Тема 4. Вывод уравнения погранслоя в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью (1 час).

Тема 5. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих тонкостенных оболочках (1 час).

Тема 6. Низкочастотные длинноволновые тангенциальные приближения трехмерных уравнений теории вязкоупругости для случая тонкостенной оболочки (2 часа).

Тема 7. Вывод уравнения погранслоя в окрестности квазифронта в вязкоупругой оболочке (2 часа).

Тема 8. Построение решений двумерных уравнений в случае ударном продольном воздействии тангенциального типа (1 час).

Контрольная работа (2 часа).

Тема 9. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих двухслойных пластинах (1 час).

Тема 10. Вывод уравнений для двумерной тангенциальной составляющей в задаче о действии ударной нагрузки тангенциального типа на торец вязкоупругой двухслойной пластины (2 часа).

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Для реализации компетентностного подхода в учебном процессе применяются следующие образовательные технологии:

1) при проведении лекционных занятий: информационные лекции, проблемные лекции, лекции беседы, лекции дискуссии, лекции с заранее запланированными ошибками;

2) при проведении практических занятий: традиционные занятия, занятия исследования, проблемные ситуации, ситуации с ошибкой;

3) при организации практической подготовки: решение задач практического характера, возникающих при моделировании поведения элементов конструкций, с помощью изучаемых методов;

4) при организации самостоятельной работы студентов: поиск и обработка информации, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационных технологий; исследование проблемной ситуации; постановка и решение задач из предметной области; отработка навыков применения стандартных методов к решению задач предметной области.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей. Применяются следующие формы контроля: устный опрос, проверка решения практических задач, контрольная работа.

*При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов* используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации. Подготовка, при необходимости, учебных и контрольно-измерительных материалов в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями (для студентов с нарушениями зрения учебные материалы подготавливаются с применением укрупненного шрифта, используются аудиозаписи занятий; для студентов с нарушением слуха предоставляются электронные лекции, печатные раздаточные материалы с заданиями для самостоятельной работы).

При необходимости, для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с инвалидностью и студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается в 1,5–2 раза по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины.

Практическая подготовка осуществляется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В рамках изучения дисциплины «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» обучающиеся формируют первичные профессиональные умения и навыки по применению математических методов к построению и исследованию математических моделей, описывающих распространение нестационарных волн в вязкоупругих стержнях, тонкостенных оболочках и тонких двухслойных пластинах, которые могут встретиться в будущей профессиональной деятельности.

При проведении практической подготовки студенты решают задачи, направленные на формирование исследовательских умений и навыков. Прохождение практической подготовки будет способствовать повышению уровня логической культуры обучающихся, научит аргументировано рассуждать и доказывать, что позволит им более осознанно и эффективно осваивать все последующие математические дисциплины, формировать профессиональные компетенции.

Примеры профессиональных действий: умение работать с литературой; решение задач аналитического характера; оформление результатов исследовательских работ.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**Самостоятельная внеаудиторная работа** студентов проводится в форме изучения и анализа лекционного материала, изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, подбора дополнительных источников для извлечения научно-технической информации, связанной с проблемами, изучаемыми в рамках данной дисциплины и решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях, подготовки к промежуточной аттестации.

**Самостоятельная аудиторная работа** студентов проводится в форме самостоятельного решения задач на практических занятиях с дальнейшим их разбором и обсуждением; проведения контрольной работы; поиска решений проблемных ситуаций, предложенных на лекциях и практических занятиях; поиска и устранения ошибок, заложенных в представлении материала преподавателем и допущенных другими студентами.

**Текущий контроль** усвоения дисциплины «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» проводится в форме устных опросов на лекционных и практических занятиях, разбора и обсуждения решаемых задач на практических занятиях, контрольной работы по теме «Построение и исследование математических моделей, описывающих распространение

нестационарных волн в вязкоупругих тонкостенных оболочках». Примерные варианты контрольной работы содержатся в фонде оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» проводится в форме экзамена.

***Список вопросов к устному экзамену***

1. Основные понятия динамики тонкостенных конструкций. Основные виды асимптотических методов, применяемых при решении нестационарных задач. Роль асимптотических методов в исследовании нестационарных задач.

2. Основные понятия линейной теории вязкоупругости. Простейшие модели вязкоупругих тел: модель Максвелла, модель Фойгта, модель стандартного вязкоупругого тела. Дифференциальная форма соотношений между напряжением и деформацией для простейших моделей (одномерный случай). Общий вид уравнений состояния – дифференциальная форма.

3. Интегральная форма уравнений состояния в линейной теории вязкоупругости.

4. Некоторые виды ядер, используемые в расчетах: экспоненциальное ядро, ядро в виде суммы экспонент, ядро Работнова Ю.Н., ядро Колтунова М.А., ядро Ржаницына А.Р.

5. Связь между интегральной и дифференциальной формами соотношений вязкоупругости.

6. Связь между компонентами тензоров напряжений и деформаций для изотропной вязкоупругой среды.

7. Постановка и точный метод решения задачи о распространении нестационарных продольных волн в вязкоупругом стержне.

8. Метод расчленения напряженно-деформированного состояния на составляющие. Виды асимптотик.

9. Асимптотика точного решения в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью.

10. Вывод уравнения погранслоя в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью.

11. Решение уравнения погранслоя в окрестности фронта волны с мгновенной скоростью. Сравнение результатов с точным решением.

12. Асимптотика точного решения в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью.

13. Вывод уравнения погранслоя в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью.

14. Решение уравнения погранслоя в окрестности квазифронта волны с длительной скоростью. Сравнение результатов с точным решением.

15. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в вязкоупругих тонкостенных оболочках.

16. Расчленение нестационарного напряженно-деформированного состояния на составляющие с различными показателями изменяемости.

17. Алгоритм построения низкочастотных тангенциальных приближений трехмерных уравнений. длинноволновых
18. Алгоритм построения низкочастотных поперечных приближений трехмерных уравнений. длинноволновых
19. Алгоритм вывода уравнений погранслоя в окрестности квазифронта в случае тонкостенной вязкоупругой оболочки.
20. Алгоритм вывода уравнений погранслоя в окрестности фронта волны расширения в случае тонкостенной вязкоупругой оболочки.
21. Построение решения для двумерной безмоментной составляющей в случае цилиндрической оболочки с помощью метода интегрального преобразования Лапласа по переменной времени.
22. Решение уравнений погранслоя в окрестности квазифронта с помощью интегрального преобразования Лапласа.
23. Решение уравнений погранслоя в окрестности фронта волны расширения с помощью последовательного применения интегрального преобразований Лапласа по переменной времени и интегрального синус- и косинус- преобразования Фурье по продольной координате.
24. Построение решения для двумерной изгибной составляющей в случае цилиндрической оболочки с помощью метода интегрального преобразования Лапласа по переменной времени.
25. Решение уравнений погранслоя в окрестности фронта волны расширения с помощью последовательного применения интегрального преобразований Лапласа по переменной времени и интегрального синус- и косинус- преобразования Фурье по продольной координате.
26. Постановка задачи о распространении нестационарных волн в тонких вязкоупругих двухслойных пластинах. Виды ударных нагрузок на торец тонкой пластинки и математическая запись соответствующих граничных условий. Граничные условия на стыке слоев.
27. Алгоритм построения тангенциальных низкочастотных приближений трехмерных уравнений. длинноволновых
28. Алгоритм построения поперечных низкочастотных приближений трехмерных уравнений. длинноволновых

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация
3	10	0	15	15	0	35	25

## Программа оценивания учебной деятельности студента

### 3 семестр

#### ***Лекции – от 0 до 10 баллов***

Оценивается посещаемость, участие в обсуждении проблемных ситуаций, участие в дискуссиях и др. за один семестр.

#### ***Посещаемость – от 0 до 4 баллов:***

0 баллов – не посещал лекции или присутствовал на 1-2 лекциях;

1 балл – присутствовал на 3-4 лекциях;

2 балла – присутствовал на 5-6 лекциях;

3 балла – присутствовал на 7-8 лекциях;

4 балла – присутствовал на 9 лекциях.

#### ***Активность (участие в обсуждении проблемных ситуаций, участие в дискуссиях и др.) – от 0 до 6 баллов:***

0 баллов – не участвовал в обсуждении проблемных ситуаций, в дискуссиях и др.;

1 балл – принимал участие в обсуждении проблемных ситуаций, в дискуссиях и др. на 1-2 лекциях;

2 балла – принимал участие в обсуждении проблемных ситуаций, в дискуссиях и др. на 3-4 лекциях;

3 балла – принимал участие в обсуждении проблемных ситуаций, в дискуссиях и др. на 5-6 лекциях;

4 балла – принимал участие в обсуждении проблемных ситуаций, в дискуссиях и др. на 7 лекциях;

5 баллов – принимал участие в обсуждении проблемных ситуаций, в дискуссиях и др. на 8 лекциях;

6 баллов – принимал участие в обсуждении проблемных ситуаций, в дискуссиях и др. на 9 лекциях.

**Лабораторные занятия – 0 баллов**  
Не предусмотрены.

**Практические занятия – от 0 до 15 баллов**

*Посещаемость – от 0 до 5 баллов:*

0 баллов – не посещал лекции или присутствовал на 1-2 практических занятиях;

1 балл – присутствовал на 3-4 практических занятиях;

2 балла – присутствовал на 5-6 практических занятиях;

3 балла – присутствовал на 7 практических занятиях;

4 балла – присутствовал на 8 практических занятиях;

5 баллов – присутствовал на 9 практических занятиях.

*Активность (самостоятельность при решении задач, правильность решения задач, участие в обсуждении решений, поиск и устранение ошибок в решениях, допущенных другими участниками образовательного процесса) – от 0 до 10 баллов:*

0 баллов – не проявлял активности на практических занятиях;

2 балла – проявил активность на 1-2 практических занятиях;

4 балла – проявил активность на 3-4 практических занятиях;

6 баллов – проявил активность на 5-6 практических занятиях;

8 баллов – проявил активность на 7-8 практических занятиях

10 баллов – проявил активность на 9 практических занятиях.

**Самостоятельная работа – от 0 до 15 баллов**

0 баллов – выполнено менее 5% домашних заданий;

3 балла – выполнено от 5% до 25% домашних заданий;

6 баллов – выполнено от 26% до 50% домашних заданий;

10 баллов – выполнено от 51% до 75% домашних заданий;

15 баллов – выполнено от 76% до 100% домашних заданий.

**Автоматизированное тестирование – 0 баллов**

*Не предусмотрено.*

**Другие виды учебной деятельности – от 0 до 35 баллов**

Контрольная работа оценивается от 0 до 35 баллов, в том числе:

- правильность постановки задачи – от 0 до 5 баллов;

- правильность вывода приближенных уравнений – от 0 до 10 баллов;

- правильность решения двумерной задачи – от 0 до 15 баллов;

- правильность анализа и интерпретации полученных результатов – от 0 до 5 баллов.

### ***Промежуточная аттестация – от 0 до 25 баллов***

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена.

При проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» оценивается от 20 до 25 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 13 до 19 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 12 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Нестационарные волны в вязкоупругих системах» в оценку (экзамен):

86-100 баллов	«отлично»
76-85 баллов	«хорошо»
60-75 баллов	«удовлетворительно»
0-59 баллов	«не удовлетворительно»

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) литература:

1. Коссович, Л.Ю. Асимптотические методы в динамике оболочек при ударных воздействиях [Текст] / Л.Ю. Коссович // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер.: Математика. Механика. Информатика. – 2008. – Т. 8. – Вып. 2. – С. 12-33. – ISSN 1814-733X, ISSN 1816-9791.
  2. Волны в сплошных средах : учеб. пособие / А. Г. Горшков [и др.]. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 467, [5] с.
- 
- 
- 

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий по дисциплине «Нестационарные волны в вязкоупругих системах», предусмотренной учебным планом ООП магистратуры по направлению 01.04.03 «Механика и математическое моделирование» и профилю подготовки «Механика деформируемого твердого тела», имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- мультимедийная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- специализированные классы, предназначенные для проведения практических занятий;
- библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями, перечисленными в разделе 8 в необходимом количестве;
- электронная библиотека;
- специально оборудованные помещения для самостоятельной работы обучающихся с компьютерным оборудованием и доступом к сети Интернет.

Местом проведения практической подготовки обучающихся в рамках часов, отведенных на практические занятия, является кафедра математической теории упругости и биомеханики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 01.04.03 «Механика и математическое моделирование» и профилю подготовки «Механика деформируемого твердого тела».

Автор: к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры математической теории упругости и биомеханики Анофрикова Н.С.

Программа одобрена на заседании кафедры математической теории упругости и биомеханики от 10.10.2024 года, протокол № 5.

Рекомендуемая литература

1. Бленд, Д. Теория линейной вязко-упругости [Текст] / Д. Бленд. – М.: Мир, 1965. – 200 с.
2. Кристенсен, Р. Введение в теорию вязкоупругости [Текст] / Р. Кристенсен. – М.: Мир, 1974. – 340 с.
3. Работнов, Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела [Текст] / Ю.Н. Работнов. – Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. испр. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1979. – 712 с.
4. Работнов, Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел [Текст] / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 1977. – 384 с.
5. Ржаницын, А.Р. Некоторые вопросы механики систем, деформирующихся во времени [Текст] / А.Р. Ржаницын. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. – 252 с.
6. Анофрикова, Н.С. Низкочастотные длинноволновые приближения трехмерных динамических уравнений для случая двухслойной вязкоупругой пластины [Электронный ресурс] / Н.С. Анофрикова, М.В. Вильде // Вест. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки. - 2012. - №4(29). С. 115-121. ISSN 1991-8615. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18764241>
7. Анофрикова, Н.С. Нестационарные продольные двумерные волны в вязкоупругой двухслойной пластине [Электронный ресурс] / Н.С. Анофрикова, М.В. Вильде // Математика. Механика: Сб. науч. тр. - Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2012. - Вып.14.- С. 94-97. ISSN 1609-4751. <http://nto.immpu.sgu.ru/node/6754>
8. Анофрикова Н.С., Коссович Л.Ю., Черненко В.П. Асимптотические методы построения решений в окрестностях фронтов волн в вязкоупругом стержне при больших значениях времени // Изв. Сарат. ун-та. Новая серия. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2005. Т. 5. Вып.1. С.82-89.
9. Бажанова Н.С., Коссович Л.Ю., Сухоловская М.С. Нестационарные волны в вязкоупругих оболочках: модель Максвелла // Известия вузов Сев.-Кавк. регион. Естественные науки. - 2000. - №2. - С. 17-24.