

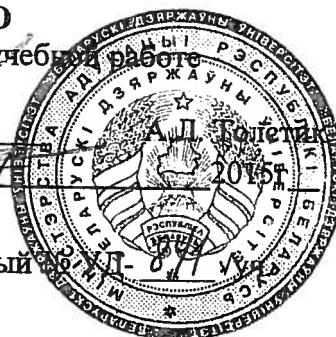
Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

« 27 » 07

Регистрационный № П-011



## Механика сплошной среды

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-31 03 02 Механика и математическое моделирование

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 02-2013 (30.08.2013 г.) и учебного плана № G31-136/уч. (30.05.2013 г.) для специальности 1-31 03 02 Механика и математическое моделирование.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Михасев Геннадий Иванович, зав. кафедрой био- и наномеханики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор

Конон Павел Николаевич, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

Медведев Дмитрий Георгиевич, декан механико-математического факультета, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

А.В. Чигарев, заведующий кафедрой теоретической механики Белорусского национального технического университета, доктор физико-математических наук, профессор

А.М. Недзьведь, доктор тех. наук, ведущий научный сотрудник отдела интеллектуальных информационных систем Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой био- и наномеханики  
(протокол № 11 от 25.05.15г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 6 от 29.06.15г.)



## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **Актуальность изучения учебной дисциплины « Механика сплошной среды»**

Познание природы и решение многих актуальных технических задач требует построения новых моделей для глубокого и более детального описания механических и физических объектов, взаимодействий и явлений. Изучение студентами механики особенно полезно не только с точки зрения уже известных приложений, сколько в обозрении перспективных проблем, которые станут предметом исследований и применений в будущем. В связи с этим появляется необходимость преподавания в классических университетах курса механики сплошной среды как общей основы для развития термодинамики, гидродинамики, газовой динамики, теорий упругости, пластичности, ползучести и других разделов физики и механики. Общность и неразрывная связь перечисленных частей физики и механики предполагает рассмотрение их как единого целого в рамках данной дисциплины.

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

Программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта специальности 1-31 03 02 «Механика и математическое моделирование». Курс имеет общенаучную и профессиональную направленность.

Целью курса является изучение моделей, методов и способов решения задач всех разделов механики сплошной среды.

Задачей курса является получение студентами прочных знаний в одном из наиболее сложных курсов механики – механике сплошной среды с возможностью применения знаний в практической деятельности.

Учебно-воспитательный процесс при изучении курса должен быть организован таким образом, чтобы он давал возможность будущему специалисту:

- сформировать установку на творческую профессиональную деятельность;
- развить профессиональное мышление, которое обеспечило бы возможность свободно оперировать полученными знаниями, видеть проблемы и пути их решения в самостоятельной практической деятельности, выбирать оптимальные пути их решения и методы их осуществления;
- воспитывать в себе активную профессиональную позицию, умение вырабатывать и обосновывать свой подход в решении задач.

Учебная программа курса « Механика сплошной среды» базируется на знаниях теоретической механики и уравнений математической физики.

### **Требования к уровню усвоения содержания учебной дисциплины**

Требования к уровню усвоения содержания учебной дисциплины определены образовательным стандартом по механике.

В результате изучения курса студент должен

**Знать:**

- главные исторические этапы развития механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа;
- законы сохранения в механике;
- методы и способы решения дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных,
- теорию функций комплексного переменного;
- основы тензорного исчисления;
- основополагающие понятия, определения и теоремы МСС;
- основные модели в теории упругости, пластичности, механике жидкости и газа;
- основы термодинамики;
- модели изотропных и анизотропных деформируемых твердых сред;
- модели идеальной сжимаемой и несжимаемой жидкости и совершенного газа;
- модели вязкой жидкости;
- модели линейного и нелинейного упругого тела, идеально-пластического тела;
- решения простейших задач теории упругости и механики жидкости и газа.

**Уметь:**

- выбирать модель и осуществлять постановку начально- краевых задач МСС,
- осуществлять математическое решение задач МСС;
- совершенствовать модели МСС;
- разрабатывать аналитические, приближенные и численные методы задач механики деформируемого твердого тела, жидкости и газа;
- проводить анализ результатов.

**Владеть:**

- навыками постановки краевых и начально-краевых задач МСС;
- основными аналитическими и численными методами решения задач в МСС;

### **Структура содержания учебной дисциплины**

Данная программа является основным документом, который определяет объем и содержание дисциплины для специальности «Механика и математическое моделирование» и предусматривает последовательность ее изложения.

В процессе реализации программы особое место должна занимать организация учебно-исследовательской работы студентов. Эта работа должна органично включаться в учебный процесс в сочетании со всеми видами учебных занятий.

## Самостоятельная работа студентов

Каждая тема позволяет организовать творческую самостоятельную работу студентов, которая будет способствовать становлению специалиста, обладающего значительным творческим потенциалом. Содержание и формы контролируемой самостоятельной работы студентов должны соответствовать целям и задачам подготовки специалистов.

Особое внимание следует обращать на организацию индивидуальной работы студентов под руководством преподавателя. Рекомендуется разработать систему индивидуальных домашних заданий.

## Диагностика знаний студента

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студента представляется целесообразным использование контрольных работ в виде тестов.

Учебная программа предназначена для студентов 2,3 курсов (4,5 и 6 семестры) очной формы получения образования.

В соответствии с учебным планом специальности на изучение дисциплины отводится 542 часа, в том числе аудиторных занятий – 280 часов, из них:

2 курс 4 семестр – лекционных – 50 часов, практические занятия – 46 часов, УСР – 6 часов. Рекомендуемая форма отчетности – зачет, экзамен;

3 курс 5 семестр – лекционных – 72 часа, практические занятия – 44 часа, семинарские занятия – 20 часов, УСР – 8 часов. Рекомендуемая форма отчетности – зачет, экзамен;

3 курс 6 семестр – лекционных – 18 часов, практические занятия – 14 часов, УСР – 2 часа. Рекомендуемая форма отчетности – экзамен.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Основные понятия, используемые для описания движения и деформации сплошных сред**

Предмет механики сплошной среды. Область приложений, перспективные направления. Понятие сплошной среды. Гипотеза сплошности, понятие о частице среды, ее плотности, скорости. Эйлерово и лагранжево описание движения. Переход от переменных Лагранжа к переменным Эйлера и обратно. Индивидуальная производная по времени.

Вектор перемещения. Тензор малых деформаций.

Главные оси, главные значения, инварианты тензора деформаций

Механический смысл компонент тензора деформаций. Уравнения совместности для компонент тензора малых деформаций

Тензор скоростей деформаций. Теорема Коши-Гельмгольца о распределении скоростей в малой окрестности точки сплошной среды. Вектор вихря. Циркуляция скорости, теорема Стокса. Потенциал скорости

### **Тема 2. Фундаментальные законы механики сплошной среды и термодинамики**

Некоторые операции над интегралом и формулы векторного анализа. Формула Гаусса-Остроградского. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объему.

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности

Закон сохранения количества движения. Силы, действующие на сплошную среду. Вектор напряжения, зависимость от ориентации площадки. Тензор напряжений. Уравнения движения сплошной среды.

Закон сохранения момента количества движения в классическом случае. Симметрия тензора напряжений

Идеальная несжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Условие непроницаемости. Примеры движений идеальной несжимаемой жидкости (твердотельное вращение в цилиндрическом сосуде, плоско-параллельное потенциальное течение в окрестности критической точки).

Вязкая жидкость. Опыт Ньютона. Закон Навье-Стокса. Уравнения Навье-Стокса. Полная система уравнений несжимаемой линейно-вязкой жидкости. Условие прилипания. Слоистые течения и их примеры (течения Пуазейля и Куэтта и другие).

Упругая среда. Опыт Гука. Закон Гука. Полная система уравнений линейно-упругой среды. Типичные граничные условия.

Первый закон термодинамики. Энергия. Внутренняя энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье.

Второй закон термодинамики, его формулировка, содержащая понятие энтропии. Производство энтропии. Примеры.

Условия на поверхностях сильного разрыва в сплошных средах, следующие из законов сохранения массы, количества движения, момента количества движения, энергии. Ударные волны, тангенциальные разрывы, контактные поверхности.

### **Тема 3. Классические модели сплошных сред**

Идеальная сжимаемая жидкость или газ. Полная система уравнений. Типичные

граничные условия. Совершенный газ

Примеры движений идеального сжимаемого совершенного газа (звуковые волны, волны Римана).

Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа.

Примеры применения интегралов Бернулли и Коши-Лагранжа (истечение жидкости из резервуара, потенциальные течения сжимаемого газа при наличии баротропии).

Теоремы о вихрях в идеальной жидкости.

Потенциальное движение однородной несжимаемой жидкости. Уравнение Лапласа для потенциала скорости. Граничные условия на поверхности твердого тела и на свободной поверхности жидкости.

Примеры плоских потенциальных движений однородной несжимаемой жидкости. Функция тока. Плоско-параллельное течение, обтекание угла, источник и сток, диполь, обтекание цилиндра.

Вязкая теплопроводная жидкость. Полная система уравнений. Граничные условия. Число Рейнольдса. Понятие о пограничном слое. Опыт Рейнольдса. Понятие об устойчивости течения и турбулентности.

Линейная термоупругая среда. Полная система уравнений. Типичные граничные условия.

Постановка задач линейной теории упругости в перемещениях и в напряжениях. Теорема единственности задач линейной теории упругости. Принцип Сен-Венана.

Задача об одноосном растяжении упругого бруса. Неупругое поведение деформируемых твердых тел. Пластичность, ползучесть, релаксация

#### **Тема 4. Равновесие жидкостей и твердых деформируемых тел**

Уравнения гидростатики. Барометрическая формула. Давление на твердую поверхность

Закон Архимеда. Равновесие вращающейся несжимаемой жидкости.

Уравнения равновесия линейно-упругого тела. Бигармоническое уравнение для вектора перемещения

Задача Ламе. Определение перемещений, распределение напряжений в стенке трубы.

Задача о кручении стержня круглого поперечного сечения

#### **Тема 5. Применение методов теории функций комплексного переменного к решению задач механики сплошной среды**

Плоские потенциальные течения идеальной несжимаемой жидкости. Комплексная скорость, комплексный потенциал.

Примеры комплексного потенциала (точечный вихрь, диполь, обтекание кругового цилиндра с циркуляцией).

Формулы Чаплыгина для гидродинамических реакций. Формула Жуковского для подъемной силы. Парадокс Даламбера.

Поступательное движение цилиндра и шара в безграничной жидкости, присоединенная масса.

Плоские задачи теории упругости. Компоненты перемещений в плоской задаче

Уравнения Бельтрами-Мичелла. Условие на внешние массовые и поверхностные силы. Постановка плоских задач теории упругости.

Плоское деформированное и плоское напряженное состояния упругой среды.  
Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение и граничные условия для функции Эри.

Формула Гурса. Выражения компонент тензора напряжений и вектора перемещений через функции комплексного переменного. Граничные условия и классификация краевых задач для определения функций комплексного переменного

### **Тема 6. Волновые движения сплошной среды**

Линейная теория волн. Волновое уравнение. Бегущие волны. Собственные колебания.

Волны на поверхности тяжелой несжимаемой идеальной жидкости. Стоячие волны. Прогрессивные волны.

Характеристики системы квазилинейных уравнений в частных производных первого порядка. Звуковые волны в сжимаемом газе.

Нелинейные волны малой конечной амплитуды в вязком теплопроводном газе. Уравнение Бюргерса.

Установившееся сверхзвуковое обтекание тонкого профиля. Вывод волнового уравнения для потенциала скорости. Число Маха. Граничные условия.

Взрывные волны. Задача о сильном взрыве в совершенном газе.

Упругие волны в изотропной среде. Система уравнений линейной теории упругости в случае адиабатических процессов.

Продольные и поперечные плоские волны. Волны Релея.

### **Тема 7. Модели пластических тел**

Пластические деформации. Поверхность нагружения (текучести). Идеально-пластические тела.

Условия пластичности Треска и Мизеса.

Принцип минимума работы истинных напряжений на приращениях пластических деформаций.

Ассоциированный закон.

Полная система уравнений для упруго-идеально-пластической среды в теории Прандтля-Рейсса

### **Тема 8. Основы теории движений смесей жидкостей и газов**

Постановка задачи о многокомпонентной сплошной среде. Движение смеси в целом. Характеристики макроскопических частиц смеси.

Уравнения баланса масс для физико-химических превращений.

Свободная энергия и термодинамический потенциал смеси

Смесь совершенных газов. Парадокс Гиббса.

Уравнения состояния смеси при обратимых процессах

Смесь как идеальная двухпараметрическая среда. Полная система уравнений движения смеси при обратимых процессах.

### **Тема 9. Движения сплошной среды в электромагнитных полях**

Плотность заряда и плотность тока. Сила Лоренца. Закон Ома.

Уравнения Максвелла.

Уравнения магнитной гидродинамики.

Уравнения электродинамики.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов по УСР	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Тема 1. Основные понятия, используемые для описания движения и деформации сплошных сред</b>	<b>6</b>	<b>6</b>				<b>2</b>	
1.1	Предмет механики сплошной среды. Область приложений, перспективные направления. Понятие сплошной среды. Гипотеза сплошности, понятие о частице среды, ее плотности, скорости. Эйлерово и лагранжево описание движения. Переход от переменных Лагранжа к переменным Эйлера и обратно. Индивидуальная производная по времени	2	2				1	Опрос
1.2	Вектор перемещения. Тензор малых деформаций Главные оси, главные значения, инварианты тензора деформаций Механический смысл компонент тензора деформаций. Уравнения совместности для компонент тензора малых деформаций	2	2					Проверка индивидуальных заданий
1.3	Тензор скоростей деформаций. Теорема Коши-Гельмгольца о распределении скоростей в малой окрестности точки сплошной среды. Вектор вихря. Циркуляция скорости, теорема Стокса. Потенциал скорости	2	2				1	
<b>2</b>	<b>Тема 2. Фундаментальные законы механики сплошной среды и термодинамики</b>	<b>18</b>	<b>20</b>				<b>2</b>	

2.1	Некоторые операции над интегралом и формулы векторного анализа. Формула Гаусса-Остроградского. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объему. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности	2	2					
2.2	Закон сохранения количества движения. Силы, действующие на сплошную среду. Вектор напряжения, зависимость от ориентации площадки. Тензор напряжений. Уравнения движения сплошной среды.	2	2					Опрос
2.3	Закон сохранения момента количества движения в классическом случае. Симметрия тензора напряжений	2	2					
2.4	Идеальная несжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Условие непроницаемости. Примеры движений идеальной несжимаемой жидкости (твердотельное вращение в цилиндрическом сосуде, плоскопараллельное потенциальное течение в окрестности критической точки).	2	4				1	Проверка индивидуальных заданий
2.5	Вязкая жидкость. Опыт Ньютона. Закон Навье-Стокса. Уравнения Навье-Стокса. Полная система уравнений несжимаемой линейно-вязкой жидкости. Условие прилипания. Слоистые течения и их примеры (течения Пуазейля и Куэтта и другие).	2	2					Опрос
2.6	Упругая среда. Опыт Гука. Закон Гука. Полная система уравнений линейно-упругой среды. Типичные граничные условия.	2	2					

2.7	Первый закон термодинамики. Энергия. Внутренняя энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье.	2	2					Провер индиви дуальн задани
2.8	Второй закон термодинамики, его формулировка, содержащая понятие энтропии. Производство энтропии. Примеры.	2	2					
2.9	Условия на поверхностях сильного разрыва в сплошных средах, следующие из законов сохранения массы, количества движения, момента количества движения, энергии. Ударные волны, тангенциальные разрывы, контактные поверхности.	2	2				1	Опрос
3.	<b>Тема 3. Классические модели сплошных сред</b>	<b>26</b>	<b>20</b>				<b>2</b>	
3.1.	Идеальная сжимаемая жидкость или газ. Полная система уравнений. Типичные граничные условия. Совершенный газ	2	2					
3.2.	Примеры движений идеального сжимаемого совершенного газа (звуковые волны, волны Римана). Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа.	4	2					Опрос
3.3.	Примеры применения интегралов Бернулли и Коши-Лагранжа (истечение жидкости из резервуара, потенциальные течения сжимаемого газа при наличии баротропии).	2	2					
3.4	Теоремы о вихрях в идеальной жидкости. Потенциальное движение однородной несжимаемой жидкости. Уравнение Лапласа для потенциала скорости. Граничные условия на поверхности твердого тела и на свободной поверхности жидкости.	4	4				1	Опрос
3.5.	Примеры плоских потенциальных движений однородной несжимае-	4	2					

	мой жидкости. Функция тока. Плоско-параллельное течение, обтекание угла, источник и сток, диполь, обтекание цилиндра.							
3.6.	Вязкая теплопроводная жидкость. Полная система уравнений. Граничные условия. Число Рейнольдса. Понятие о пограничном слое. Опыт Рейнольдса. Понятие об устойчивости течения и турбулентности.	4	4					Опрос
3.7.	Линейная термоупругая среда. Полная система уравнений. Типичные граничные условия. Постановка задач линейной теории упругости в перемещениях и в напряжениях. Теорема единственности задач линейной теории упругости. Принцип Сен-Венана.	4	2				1	Опрос
3.8	Задача об одноосном растяжении упругого бруса. Неупругое поведение деформируемых твердых тел. Пластичность, ползучесть, релаксация	2	2					
<b>4.</b>	<b>Тема 4. Равновесие жидкостей и твердых деформируемых тел</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>4</b>			<b>2</b>	
4.1.	Уравнения гидростатики. Барометрическая формула. Давление на твердую поверхность	2	2					Опрос
4.2	Закон Архимеда. Равновесие вращающейся несжимаемой жидкости.	4	2				1	
4,3	Уравнения равновесия линейно-упругого тела. Бигармоническое уравнение для вектора перемещения	4	2	2				Проверка индивидуального задания
4.4.	Задача Ламе. Определение перемещений, распределение напряжений в стенке трубы.	4	2	2			1	Опрос
4.5	Задача о кручении стержня круглого поперечного сечения	2	2					
<b>5</b>	<b>Тема 5. Применение методов теории функций комплексного переменного к решению задач механики сплошной среды</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>6</b>			<b>2</b>	

5.1.	Плоские потенциальные течения идеальной несжимаемой жидкости. Комплексная скорость, комплексный потенциал.	2	2					
5.2.	Примеры комплексного потенциала (точечный вихрь, диполь, обтекание кругового цилиндра с циркуляцией).	2		2				Опрос
5.3.	Формулы Чаплыгина для гидродинамических реакций. Формула Жуковского для подъемной силы. Парадокс Даламбера.	2	2					
5.4.	Поступательное движение цилиндра и шара в безграничной жидкости, присоединенная масса. Плоские задачи теории упругости. Компоненты перемещений в плоской задаче	4		2			1	Опрос
5.5	Уравнения Бельтрами-Мичелла. Условие на внешние массовые и поверхностные силы. Постановка плоских задач теории упругости.	2	2					Опрос
5.6.	Плоское деформированное и плоское напряженное состояния упругой среды.	2	2					
5.7	Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение и граничные условия для функции Эри.	2	2					Опрос
5.8.	Формула Гурса. Выражения компонент тензора напряжений и вектора перемещений через функции комплексного переменного. Граничные условия и классификация краевых задач для определения функций комплексного переменного	4	2	2			1	Проверка индивидуального задания
<b>6.</b>	<b>Тема 6. Волновые движения сплошной среды</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>6</b>			<b>2</b>	
6.1.	Линейная теория волн. Волновое уравнение. Бегущие волны. Собственные колебания.	2	2					
6.2.	Волны на поверхности тяжелой несжимаемой идеальной жидкости. Стоячие волны. Прогрессивные	2		2				

	волны.							
6.3	Характеристики системы квазилинейных уравнений в частных производных первого порядка. Звуковые волны в сжимаемом газе.	4	2				1	Опрос
6.4.	Нелинейные волны малой конечной амплитуды в вязком теплопроводном газе. Уравнение Бюргерса.	2	2					
6.5.	Установившееся сверхзвуковое обтекание тонкого профиля. Вывод волнового уравнения для потенциала скорости. Число Маха. Граничные условия.	4	2	2				Проверка индивидуального задания
6.6.	Взрывные волны. Задача о сильном взрыве в совершенном газе.	2	2					
6.7.	Упругие волны в изотропной среде. Система уравнений линейной теории упругости в случае адиабатических процессов.	2		2			1	Опрос
6.8.	Продольные и поперечные плоские волны. Волны Релея.	2	2					
<b>7.</b>	<b>Тема 7. Модели пластических тел</b>	<b>16</b>	<b>10</b>				<b>2</b>	
7.1.	Пластические деформации. Поверхность нагружения (текучести). Идеально-пластические тела.	4	2				1	Опрос
7.2.	Условия пластичности Треска и Мизеса.	2	2					
7.3.	Принцип минимума работы истинных напряжений на приращениях пластических деформаций.	4	2				1	Опрос
7.4.	Ассоциированный закон.	2	2					
7.5.	Полная система уравнений для упруго-идеально-пластической среды в теории Прандтля-Рейсса	4	2					
<b>8.</b>	<b>Тема 8. Основы теории движений смесей жидкостей и газов</b>	<b>10</b>	<b>8</b>				<b>1</b>	
8.1.	Постановка задачи о многокомпонентной сплошной среде. Движение смеси в целом. Характеристики макроскопических частиц смеси.	2	2					
8.2.	Уравнения баланса масс для физико-химических превращений.	2						

8.3..	Свободная энергия и термодинамический потенциал смеси	2	2					Опро
8.4.	Смесь совершенных газов. Парадокс Гиббса. Уравнения состояния смеси при обратимых процессах	2	2					Опро
8.5.	Смесь как идеальная двухпараметрическая среда. Полная система уравнений движения смеси при обратимых процессах.	2	2					Провер индиви дуальн задани
9.	<b>Тема 9. Движения сплошной среды в электромагнитных полях</b>	<b>8</b>	<b>6</b>				<b>1</b>	
9.1.	Плотность заряда и плотность тока. Сила Лоренца. Закон Ома.	2	2					
9.2.	Уравнения Максвелла.	2	2				<b>1</b>	
9.3.	Уравнения магнитной гидродинамики.	2	2					Провер индиви дуальн задани
9.4.	Уравнения электродинамики	2						
<b>Всего по курсу</b>		<b>140</b>	<b>104</b>	<b>20</b>			<b>16</b>	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ  
Список литературы

**Основная литература**

**Основная литература**

- 1 Морозов Н.Ф. Лекции по избранным вопросам механики сплошных сред. – Л.: Изд-во ленингр. ун-та, 1975.
- 2 Атанацкович Т., Гуран А., Лекции по теории упругости (под редакцией А. Л. Смирнова и П.Е. Товстика)- СПбГУ, 2003.
- 3 Лурье А.И. Теория упругости. - М.: Наука, 1980, 940 с.
- 4 Мухелишвили Н.И., Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966, 634 с.
- 5 Васидзу Кюитри. Вариационные методы в теории упругости и пластичности. – М.: Мир, 1987, 542 с.
- 6 Ишлинский А.Ю., Ивлев Д.Д. Математическая теория пластичности. – М.: Физматлит, 2001. – 704 с.
- 7 Ржаницын А.Р. Теория ползучести. – М.: Стройиздат, 1968, 418 с.
- 8 Новожилов В.В. Теория тонких оболочек.–Л.: Судпрогиз,1962, 432 с
- 9 Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. 1,2. М.: Наука, 1994.
- 10 Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986.
- 11 Механика сплошных сред в задачах. Под ред. М.Э.Эглит. - М.: Московский лицей, тт. I - II,1996.

**Дополнительная литература**

- 12 Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1990, 398 с.
- 13 Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1975, 872 с.
- 14 Зубчанинов В.Г. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высшая школа, 1990, 367 с.
- 15 Огибалов П.М., Колтунов М.А. Оболочки и пластины. – М.: Изд-во МГУ, 1969, 696 с.
- 16 Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. –М.:Наука,1987,248с.
- 17 Ильюшин А.А. Механика сплошной среды.–М.:Изд.МГУ, 1990, 310с.
- 18 Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика.Т. 1,2. М.: Физматгиз, 1963.





ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_ г.)

Заведующий кафедрой

Д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_ Г.И. Михасев  
(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

К.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ Д.Г. Медведев  
(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)