

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

« 31 » _____ 2015 г.

Регистрационный № УД _____ Уч.



Прочность и разрушение деформируемых твердых тел

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

**1-31 03 02 Механика (по направлениям)
(1-31 03 02-01 Механика (научно-производственная деятельность))**

2015г.

Учебная программа составлена на основе ОСРБ 1-31 03 02-2008, 24.08.2008 и учебного плана, регистрационный № G31-025/уч. 24.08.2008 по специальности 1-31 03 02 Механика (по направлениям) (направление 1-31 03 02-01 Механика (научно-производственная деятельность)).

СОСТАВИТЕЛЬ:

Богдан Сергей Иванович – доцент кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат технических наук.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:



Коновалов Олег Леонидович - доцент кафедры информационных систем управления факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат технических наук.

Дешковский Владимир Николаевич – заведующий горной лабораторией ОАО «Белгорхимпром», кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики
(протокол № 10 от 21.05.2015)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 6 от 29.06.2015)

 (Коновалов О.Л.)
 (Богдан С.И.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Исследование процессов разрушения протекающих в твердых деформируемых телах является важной практической задачей поэтому знание современных представлений о моделях и критериях разрушения деформируемых твердых тел в условиях различных видов нагружения необходимо студентам механико-математического факультета, специализирующимся по кафедре теоретической и прикладной механики

Цель дисциплины специализации «Прочность и разрушение деформируемых твердых тел»:

формирование у студентов представления о задачах механики разрушения твердых деформируемых тел и методах их решения. Исследование процессов разрушения в упругих изотропных и анизотропных средах. Выработка навыков практического использования современных САД/САЕ-пакетов для исследования напряженно-деформированного состояния твердых деформируемых тел и протекающих в них процессов разрушения.

Дисциплина тесно связана с курсом «Теоретическая механика».

Образовательная цель:

изложение основ исследования прочности и разрушения деформируемого твердого тела на основе использования теорий предельного равновесия, критериев прочности структурно-неоднородных материалов, теории разрушения Алана Гриффитса, определения коэффициента интенсивности напряжений для тела с трещиной в упругой постановке.

Развивающая цель:

формирование у студентов необходимого минимума знаний по фундаментальным вопросам механики разрушения деформируемых твердых тел и его подготовка для активной самостоятельной работы над современными прикладными и теоретическими проблемами механики разрушения и прочности деформируемых твердых тел.

Основные задачи, решаемые в рамках изучения дисциплины специализации «Прочность и разрушение деформируемых твердых тел»:

- формирование у студентов представления о задачах механики разрушения твердых деформируемых тел и методах их решения;
- формирование у студентов навыков самостоятельной работы над современными прикладными и теоретическими проблемами механики разрушения и прочности деформируемых твердых тел.

В результате изучения дисциплины «Прочность и разрушение деформируемых твердых тел» обучаемый студент должен:

Знать:

- основные положения и уравнения механики деформируемого твердого тела, модели поведения твердого тела;
- критерии перехода тела в неупругое состояние;
- модели поведения тела за пределами упругости;
- основы механики разрушения.

Уметь:

– применить полученные знания к решению инженерных задач на прочность конструкций.

Владеть:

– методами исследования состояния деформируемого твердого тела в различном напряженном и деформированном состояниях

Учебная дисциплина ПРДТТ «Прочность и разрушение деформируемых твердых тел» предназначена для студентов 5 курса (9 семестр) очной формы получения образования.

В соответствии с учебным планом специальности на изучение дисциплины отводится 120 часов, в том числе 52 часа аудиторных занятий. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 26 часов, практические и семинарские занятия – 20 часов, УСП – 6 часов, форма отчетности – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Основные положения теории напряжений и деформаций.

Гипотеза и принципы механики твердых деформируемых тел. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Деформированное состояние в окрестности точки. Тензор деформаций. Главные напряжения и деформации. Геометрическая интерпретация напряженного и деформированного состояний.

Тема 2. Связь между напряжениями и деформациями при сложном напряженном состоянии.

Линейно-упругое тело. Напряжения и деформации в нелинейно-упругом и неупругом телах. Влияние времени и скорости деформации. Упругая энергия и работа пластической деформации.

Тема 3. Механические теории предельного состояния.

Пластическая деформация и разрушение. Условия прочности. Предельные поверхности. Теории прочности, интерпретирующиеся многогранниками и поверхностями вращения. Объединенные теории прочности.

Тема 4. Критерий прочности структурно-неоднородных материалов

Феноменологические модели механизма разрушения. О двойственной природе структурно-неоднородных материалов. Статистический подход к оценке прочности структурно-неоднородных материалов. Критерий предельного состояния.

Тема 5. Концентрация напряжений около отверстий. Метод Колосова-Мухелишвили и его применение для решения задач о НДС твердых тел с отверстиями. Решение задачи о действии давления на круговую полость в плоскости

Метод Колосова-Мухелишвили для решения задач плоской теории упругости. Основные положения и уравнения метода. Применение метода для решения задач для тел с отверстиями. Разбор решения задачи о напряженном состоянии упругой плоскости с круговым отверстием. Конформные отображения. Решения задач с другими типами отверстий.

Тема 6. Теория разрушения Алана Гриффитса.

Начала механики разрушения. Основные положения теории Алана Гриффитса.

Тема 7. Напряженное состояние тела с трещиной

Напряженное состояние в линейно-упругом теле с трещиной принцип линейной суперпозиции. Определение коэффициента интенсивности напряжений. Расчет ко-

эфициента интенсивности напряжений по коэффициенту концентрации напряжений. Расчет коэффициента интенсивности напряжений методами теории упругости.

Тема 8. Критерий разрушения механики трещин.

Силовой и энергетический критерии разрушения. Энергетический критерий разрушения Гриффитса. Силовой критерий разрушения Ирвина. Критерии разрушения при смешанном нагружении.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов по УСР	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	9
1	Тема 1. Основные положения теории напряжений и деформаций.	4					
2	Тема 2. Связь между напряжениями и деформациями при сложном напряженном состоянии.	2				2	Тесты
3	Тема 3. Механические теории предельного состояния.	6	4				
4	Тема 4. Критерий прочности структурно-неоднородных материалов	2					
5	Тема 5. Концентрация напряжений около отверстий. Метод Колосова- Мухелишвили и его применение для решения задач о НДС твердых тел с отверстиями. Решение задачи о действии давления на круговую полость в плоскости.	6	6			2	Тесты
6	Тема 6. Теория разрушения Алана Гриффитса.	2	2				
7	Тема 7. Напряженное состояние тела с трещиной	2	4				
8	Тема 8. Критерий разрушения механики трещин.	2	4			2	Тесты
	Всего по дисциплине	26	20			6	

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.

2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

При изучении дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа;

2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;

3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо контролировать усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам.

На практических и семинарских занятиях различные виды самостоятельной работы студентов позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесообразно строить следующим образом: 1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены). 2. Беглый опрос. 3. Решение 1-2 типовых задач. 4. Самостоятельное решение задач. 5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для диагностики результатов учебной деятельности используются тесты.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Писаренко Г.С., Лебедев А.А.* Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии. - Киев: Наукова думка, 1976. - 416 с.
2. *Пестриков В.М., Морозов Е.М.* Механика разрушения твердых тел - СПб: Профессия, 2002. - 320 с.
3. *Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С.* ANSYS в руках инженера. Механика разрушения. - Москва: URSS, 2008. - 456 с.
4. *Журавков М.А., Коновалов О.Л., Богдан С.И. и др.* Компьютерное моделирование в геомеханике: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Современные информационные технологии и механико-математические модели в геомеханике, механике машин и механизмов», 3-7 нояб. 2008 г. - Минск: Изд. центр БГУ, 2008. - 443 с.
5. *Савин Г. Н.*, Распределение напряжений около отверстий, К., 1968

Дополнительная:

1. *Матвиенко Ю.Г.* Модели и критерии механики разрушения. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006.-328 с.

Пример теста

1. При активном процессе нагружения пластические деформации:

- 1) возрастают; 2) неизменны; 3) убывают.

2. При пассивном процессе нагружения пластические деформации:

- 1) возрастают; 2) неизменны; 3) убывают.

3. Условный предел текучести:

- 1) напряжение при $\epsilon = 0,2 \%$;
- 2) напряжение при $\epsilon = \epsilon_u$;
- 3) предел текучести при повторном нагружении.

4. Деформационная теория пластичности связывает:

- 1) напряжения и деформации;
- 2) напряжения и скорости деформации;
- 3) скорость нагружения и деформаций.

5. Теория пластического течения связывает:

- 1) напряжения и деформации;
- 2) напряжения и скорости деформации;
- 3) скорость нагружения и деформаций.

6. При повторном нагружении образца предел текучести:

- 1) повышается; 2) понижается; 3) не изменяется.

7. При знакопеременном нагружении образца предел текучести:

- 1) повышается; 2) понижается; 3) не изменяется.

8. Теория идеальной пластичности предполагает постоянство:

- 1) напряжений и деформаций; 2) деформаций; 3) напряжений.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
УВО**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Теоретическая механика	Кафедра теоретической и прикладной механики	нет	Изменений в содержании учебной программы не требуется. Протокол №10 от 21.05.2015 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой

_____ (степень, звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (степень, звание)

_____ (подпись)

_____ (

Рецензия
на учебную программу дисциплины
«Прочность и разрушение деформируемых твердых тел»
(автор Богдан С.И.)

Предложенная на рецензию программа дисциплины «Прочность и разрушение деформируемых твердых тел» отвечает всем требованиям, предъявляемым к учебным программам в вузах классического типа. Она определяет структуру и содержание подготовки будущих специалистов по тем разделам, которые в нее включены в соответствии с образовательным стандартом. Программа включает пояснительную записку, в которой ясно излагаются актуальность изучения данной дисциплины, цели и задачи курса, требования к уровню усвоения и структура содержания учебной дисциплины, а также тематический план, содержание учебной дисциплины и список рекомендуемой литературы.

Пояснительная записка содержит характеристику учебной дисциплины и обоснование необходимости преподавания данной дисциплины в классических университетах с целью профессиональной подготовки будущих специалистов. Раскрывается необходимость курса изучения других разделов механики, а также практической деятельности.

Учебный материал изложен в программе полно, а также компактно структурирован по темам.

Рассматриваемая программа в полной степени обеспечивает требуемую фундаментальность в подготовке специалистов – механиков, согласуется с программами по другим предметам механики и является хорошим основанием для получения студентами глубоких и прочных знаний. Полученные в результате успешного усвоения данного курса знания могут быть основой при решении многих важных с практической точки зрения проблем народного хозяйства.

Рецензируемая программа в полной мере соответствует образовательному стандарту по специальности «Механика» и рекомендована в качестве учебной по курсу **«Прочность и разрушение деформируемых твердых тел»**.

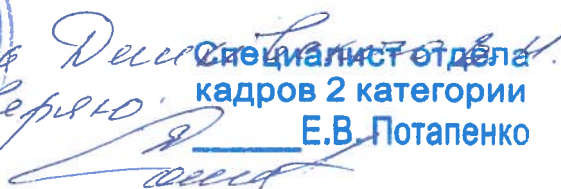
Заведующий горной лабораторией
ОАО «Белгорхимпром», к.т.н.



В.Н. Дешковский



Специалист отдела
кадров 2 категории
Е.В. Потапенко



Рецензия
на учебную программу дисциплины
«Прочность и разрушение деформируемых твердых тел»
(автор Богдан С.И.)

Предложенная на рецензию программа дисциплины «Прочность и разрушение деформируемых твердых тел» отвечает требованиям, предъявляемым к учебным программам в вузах классического типа. Она определяет структуру и содержание подготовки будущих специалистов по тем разделам, которые в нее включены в соответствии с образовательным стандартом.

Программа включает пояснительную записку, в которой четко излагаются актуальность изучения данной дисциплины, цели и задачи курса, требования к уровню усвоения и структура содержания учебной дисциплины, а также тематический план, содержание учебной дисциплины и список рекомендуемой литературы.

Пояснительная записка содержит характеристику учебной дисциплины и обоснование необходимости преподавания данной дисциплины в классических университетах с целью профессиональной подготовки будущих специалистов. Раскрывается необходимость курса изучения других разделов механики, а также практической деятельности.

Рассматриваемая программа обеспечивает требуемую фундаментальность в подготовке специалистов – механиков, согласуется с программами по другим предметам механики и является хорошим основанием для получения студентами глубоких и прочных знаний. Полученные в результате успешного усвоения данного курса знания могут быть основой при решении многих важных с практической точки зрения проблем народного хозяйства.

Рецензируемая программа в полной мере соответствует образовательному стандарту по специальности «Механика» и рекомендована в качестве учебной по курсу «Прочность и разрушение деформируемых твердых тел».

Рецензент
Заведующий лабораторией
информационных технологий и
компьютерной графики, к.т.н.

С. П. Коновалов



Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Факультет информатики и компьютерной графики
Ученый секретарь
И. В. Бузыревская