

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



Программа дисциплины

Экспериментальные методы исследования прочности конструкций Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Коноплев Ю.Г.

Рецензент(ы):

Саченков А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Коноплев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 817219715

Казань
2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Коноплев Ю.Г. Кафедра теоретической механики отделение механики , yori.konoplev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Студент должен овладеть основными методами экспериментальной механики, знать сферы применимости и их возможности. Уметь использовать эти методы в необходимых комбинациях для получения достоверных результатов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел ДВ.3. Общепрофессиональный цикл.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в средней общеобразовательной школе, а также в процессе введения в профильную подготовку "Механика деформируемого твердого тела". Эта дисциплина является единственной в профиле, которая дает возможность изучить широкий спектр экспериментальных методов исследования процессов деформирования материалов и конструкций. Изучение дисциплины имеет ряд особенностей. После трех лет освоения высшей математики и теоретических вопросов механики непросто переключиться на изучение физических основ экспериментальных методов. Требуется осознания огромная роль эксперимента в развитии теории и в создании новой техники.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать пониманием корректности постановок задач (ПК-10);
ПК-26 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать владением проблемно-задачной формой представления математических знаний (ПК-26)
ПК-3 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать умением формулировать результат (ПК-3);
ПК-32 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать умением точно представить фундаментальные знания в устной форме (ПК-32);
ПК-5 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат (ПК-5);
ПК-25 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен владеть методом физического моделирования при анализе проблем механики (ПК-25);

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- Знать содержание четырех основных задач эксперимента, условия чистого эксперимента.
- Иметь представление о физических основах экспериментальных методов.
- Усвоить методы измерения механических величин (перемещений, деформаций, напряжений, скоростей, ускорений, усилий, давлений и др.).
- Знать возможности основных экспериментальных методов.

2. должен уметь:

- Уметь проводить идентификацию экспериментальных данных.

3. должен владеть:

Навыками исследователя-экспериментатора.

Студент должен быть готовым применять основные методы экспериментальной механики, знать сферы применимости и их возможности. Уметь использовать эти методы в необходимых комбинациях для получения достоверных результатов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Что такое эксперимент. Чистый эксперимент. Роль эксперимента в механике. Натурный и модельный эксперимент. Задачи эксперимента. Краткий обзор экспериментальных методов.	8	1	2	2	0	устный опрос
2.	Тема 2. Тензометрирование. Электротензометрирование.	8	2-3	4	10	0	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Метод тензочувствительных покрытий	8	4	2	2	0	устный опрос
4.	Тема 4. Метод муаровых полос.	8	5-6	2	4	0	устный опрос
5.	Тема 5. Голографическая интерферометрия.	8	7-9	4	8	0	контрольная работа курсовая работа по дисциплине
6.	Тема 6. Поляризационно-оптический метод.	8	10-12	2	6	0	устный опрос
7.	Тема 7. Методы исследования частот и форм колебаний твердых деформируемых тел.	8	13-14	2	4	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			18	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Что такое эксперимент. Чистый эксперимент. Роль эксперимента в механике. Натурный и модельный эксперимент. Задачи эксперимента. Краткий обзор экспериментальных методов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Что такое ?эксперимент?. Чистый эксперимент. Роль эксперимента в механике. Натурный и модельный эксперимент. Задачи эксперимента. Краткий обзор экспериментальных методов. .

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тема 2. Тензометрирование. Электротензометрирование.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тензометрирование. Типы тензометров. Особенности использования механических тензометров для определения деформаций. Тензоэффект. Электротензометрирование. Конструкции тензорезисторов. Коэффициент тензочувствительности. Электрические схемы включения тензорезисторов. Температурная компенсация.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Температурная компенсация. Динамометры, манометры, вакуумметры с электрическим выходом. Схемы включения тензорезисторов для измерения динамических деформаций. Розетки тензорезисторов и определение поля напряжений. Проволочные, фольговые и полупроводниковые тензорезисторы. Идеальный тензометр.

Тема 3. Метод тензочувствительных покрытий

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод тензочувствительных покрытий. Физические основы метода. Три основные задачи, решаемые этим методом. Хрупкие лаковые покрытия, оксидные покрытия: способы получения и свойства. Покрытия для испытаний при высоких температурах

практическое занятие (2 часа(ов)):

Технологии нанесения покрытий. Определение зон концентрации напряжений, направлений главных деформаций, поля деформаций и напряжений по картинам трещин в тензометрическом покрытии.

Тема 4. Метод муаровых полос.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод муаровых полос. Физические основы метода. Механическая интерференция. Разновидности метода. Метод растра, нанесенного на деталь, Метод растра, проектируемого на деталь. Метод отраженного растра

практическое занятие (4 часа(ов)):

Приёмы расшифровки муаровых картин и получения поля деформаций и напряжений. Применение метода для определения конечных и пластических деформаций, деформаций ползучести. Достоинства и недостатки метода.

Тема 5. Голографическая интерферометрия.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Голографическая интерферометрия. Физические основы голографии. Когерентность. Свойства лазерного излучения. Осевая голограмма Д.Габор. Свойства голограммы. Математическое описание регистрации и последующего восстановления волнового фронта. Схема Лейта-Упатниекса и её преимущества. Регистрация волнового фронта во встречных пучках и его реконструкция (схема Ю.Денисюка). Получение интерферограмм в реальном масштабе времени, методами двух экспозиций, осреднения по времени и методом муаро-голографии. Основное уравнение голографической интерферометрии.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Способы расшифровки интерферограмм и определение полей перемещений, деформаций, напряжений. Голография сфокусированных изображений и схемы получения интерферограмм. Определение тангенциальных составляющих вектора перемещений. Голографические методы неразрушающего контроля. Конструкции голографических интерферометров для статических и динамических измерений. Регистрирующие среды для голографии. Примеры применения голографической интерферометрии

Тема 6. Поляризационно-оптический метод.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Фотомеханика. Естественный и поляризованный свет. Плоская, эллиптическая и круговая поляризация. Оптические схемы полярископов. Оптические эффекты простых пластинок в рабочем поле плоского и кругового полярископов. Дифференциальные уравнения равновесия для плоского напряженного состояния в декартовых координатах. Напряжения на наклонных площадках. Главные напряжения на контуре. Дифференциальные уравнения в форме Ляме-Максвелла. Правила определения направления (знаков) напряжений на наклонных площадках. Двулучепреломление в напряженных изотропных материалах. Основной закон фотоупругости

практическое занятие (6 часа(ов)):

Общая характеристика поляризационной картины. Методы определения разности хода и максимального скалывающего напряжения. Изоклины и траектории главных напряжений. Построение траекторий главных напряжений. Метод "Рапид" расчета главных напряжений. Решение задачи распределения компонент напряжений по произвольному сечению. Напряженное состояние диска, нагруженного сосредоточенными силами. Основные положения теории подобия и моделирования при исследовании методами фотомеханики

Тема 7. Методы исследования частот и форм колебаний твердых деформируемых тел.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Методы исследования частот и форм колебаний твердых деформируемых тел. резонансный метод.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Метод перемещающейся опоры. Спектр частот свободных колебаний пластин на точечных опорах.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Что такое эксперимент. Чистый эксперимент. Роль эксперимента в механике. Натурный и модельный эксперимент. Задачи эксперимента. Краткий обзор экспериментальных методов.	8	1	Изучение теории моделирования	4	Устный опрос
2.	Тема 2. Тензометрирование. Электротензометрирование.	8	2-3	Изучение схем подключения тензорезисторов для исследования статических и динамических деформаций	8	Контрольная работа
3.	Тема 3. Метод тензочувствительных покрытий	8	4	Изучение приемов нанесения покрытий и способов идентификации	8	Контрольная работа
4.	Тема 4. Метод муаровых полос.	8	5-6	Изучение приёмов расшифровки муаровых картин и получения полей деформаций и напряжений	8	Контрольная работа
5.	Тема 5. Голографическая интерферометрия.	8	7-9	Способы расшифровки интерферограмм и определение полей перемещений, деформаций, напряжений. Голограф	8	Контрольная работа
6.	Тема 6. Поляризационно-оптический метод.	8	10-12			

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Методы исследования частот и форм колебаний твердых деформируемых тел.	8	13-14			
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные занятия, практические аудиторные занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

При проведении занятий используются активные и интерактивные форм занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, проектные методики, подготовка докладов, презентации) в сочетании с внеаудиторной (самостоятельной) работой.

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

Тема 1. Что такое эксперимент. Чистый эксперимент. Роль эксперимента в механике. Натурный и модельный эксперимент. Задачи эксперимента. Краткий обзор экспериментальных методов.

Устный опрос , примерные вопросы:

Чистый эксперимент. Роль эксперимента в механике. Натуральный и модельный эксперимент. Задачи эксперимента.

Тема 2. Тензометрирование. Электротензометрирование.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Типы тензометров. Основные характеристики тензометров. Идеальный тензометр. Механические тензометры и область их применения. Тензоэффект. Коэффициент тензочувствительности. Конструкции тензорезисторов. Электрические схемы включения тензорезисторов. Температурная компенсация. Розетки тензорезисторов и определение поля напряжений. Проволочные, фольговые и полупроводниковые тензорезисторы. Динамометры, манометры вакуумметры с электрическим выходом.

Тема 3. Метод тензочувствительных покрытий

Контрольная работа , примерные вопросы:

Физические основы метода тензочувствительных покрытий. 6. Три основные задачи, решаемые методом тензочувствительных покрытий. 7. Хрупкие лаковые покрытия. Их преимущества и недостатки. Оксидные тензочувствительные покрытия. Их свойства, преимущества и способы получения. Определение деформаций и напряжений по картинам трещин в тензочувствительных покрытиях.

Тема 4. Метод муаровых полос.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Физические основы метода муаровых полос. Способы получения муара для измерительных целей. Измерение с помощью системы линий, нанесенной на поверхность объекта. Измерение с помощью системы линий, отраженной от поверхности объекта. Муар, образованный системой линий на поверхности объекта. Измерение касательных деформаций, нормальных перемещений, углов поворота нормали методом муаровых полос.

Тема 5. Голографическая интерферометрия.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Схема Лейта-Упатниекса и ее преимущества. Регистрация волнового фронта во встречных пучках и его реконструкция (схема Ю. Денисюка). Получение интерферограмм в реальном масштабе времени. Получение интерферограмм методом 2-х экспозиций. Получение интерферограмм методом осреднения по времени. Муаро-голографическая интерферометрия. Основное уравнение голографической интерферометрии. Расшифровка интерферограмм и определение поля перемещений, деформаций, напряжений. Голография сфокусированных изображений. Схемы получения интерферограмм. Определение касательных составляющих вектора перемещений методом спекл-голографической интерферометрии

Тема 6. Поляризационно-оптический метод.

Тема 7. Методы исследования частот и форм колебаний твердых деформируемых тел.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к зачетам.

Общая часть.

1. Чистый эксперимент.
2. Роль эксперимента в механике.
3. Натуральный и модельный эксперимент.
4. Задачи эксперимента.

Метод тензочувствительных покрытий.

5. Физические основы метода тензочувствительных покрытий.
6. Три основные задачи, решаемые методом тензочувствительных покрытий. 7. Хрупкие лаковые покрытия. Их преимущества и недостатки.
8. Оксидные тензочувствительные покрытия. Их свойства, преимущества и способы получения.
9. Определение деформаций и напряжений по картинам трещин в тензочувствительных покрытиях.

Тензометрирование.

10. Типы тензометров. Основные характеристики тензометров.
11. Идеальный тензометр.
12. Механические тензометры и область их применения.
13. Тензоэффект. Коэффициент тензочувствительности.
14. Конструкции тензорезисторов.
15. Электрические схемы включения тензорезисторов. Температурная компенсация.
16. Розетки тензорезисторов и определение поля напряжений.
17. Проволочные, фольговые и полупроводниковые тензорезисторы.
18. Динамометры, манометры вакуумметры с электрическим выходом.

Метод муаровых полос.

19. Физические основы метода муаровых полос.
20. Способы получения муара для измерительных целей.
21. Измерение с помощью системы линий, нанесенной на поверхность объекта.
22. Измерение с помощью системы линий, отраженной от поверхности объекта.
23. Муар, образованный системой линий на поверхности объекта.
24. Измерение касательных деформаций, нормальных перемещений, углов поворота нормали методом муаровых полос.

Голографическая интерферометрия.

25. Физические основы голографии.
26. Когерентность. Свойства лазерного излучения.
27. Осевая голограмма Д.Габора.

28. Основные свойства голограммы.
 29. Схема Лейта-Упатниекса и ее преимущества.
 30. Регистрация волнового фронта во встречных пучках и его реконструкция (схема Ю. Денисюка).
 31. Получение интерферограмм в реальном масштабе времени.
 32. Получение интерферограмм методом 2-х экспозиций.
 33. Получение интерферограмм методом осреднения по времени.
 34. Муаро-голографическая интерферометрия.
 35. Основное уравнение голографической интерферометрии.
 36. Расшифровка интерферограмм и определение поля перемещений, деформаций, напряжений.
 37. Голография сфокусированных изображений. Схемы получения интерферограмм.
 38. Определение касательных составляющих вектора перемещений методом спекл-голографической интерферометрии.
 39. Голографические методы неразрушающего контроля.
 40. Конструкции голографических интерферометров для статических и динамических измерений.
 41. Регистрирующие среды для голографии.
- Фотомеханика.
42. Плоская, эллиптическая и круговая поляризация света.
 43. Оптические схемы полярископов.
 44. Оптические эффекты простых пластинок в рабочем поле плоского и кругового полярископов.
 45. Двулучепреломление в напряженных изотропных материалах.
 46. Основной закон фотоупругости и общая характеристика поляризационной картины.
 47. Методы определения разности хода лучей и максимального скалывающего напряжения.
 48. Изоклины и траектории главных напряжений.
 49. Построение траекторий главных напряжений.
 50. Метод "Рapid" расчета главных напряжений.
 51. Основные положения теории подобия и моделирования при исследовании методом фотомеханики.
 52. Сущность метода оптически чувствительных покрытий.
 53. Разделение главных деформаций в методе оптически чувствительных покрытий.
 54. Оптически чувствительные материалы и их физико-механические свойства.
 55. Пример моделирования линейных задач методом фотомеханики.
 56. Моделирование нелинейных задач пластичности.
 57. Моделирование нелинейных задач вязкоупругости.
 58. Моделирование нелинейных задач ползучести.

7.1. Основная литература:

Эрдеди, Алексей Алексеевич.

Теоретическая механика : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по немашиностроительным направлениям подготовки / А. А. Эрдеди, Н. А. Эрдеди .- Издание 2-е, стереотипное .- Москва : КНОРУС, 2012 .- 203 с.

Ганиев, Ривнер Фазылович.

Нелинейная волновая механика и технологии : волновые и колебательные явления в основе высоких технологий / Р. Ф. Ганиев, Л. Е. Украинский .- Изд. 2-е, доп. - Москва : Институт компьютерных исследований : [Регулярная и хаотическая динамика], 2011 .- 780 с.

Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: учебник. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 448 с. //http://e.lanbook.com/view/book/2786/

7.2. Дополнительная литература:

Нигматулин, Роберт Искандерович. Механика сплошной среды, Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010701 "Фундаментальная механика и механика" и направлению подготовки 010800 "Механика и математическое моделирование" / Р. И. Нигматулин. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 639 с.

Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1: Статика и кинематика: учебник. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 672 с. //http://e.lanbook.com/view/book/4551/

Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 2: Динамика: учебник. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 640 с. //http://e.lanbook.com/view/book/4552/

7.3. Интернет-ресурсы:

Кобаяси А. Экспериментальная механика: Пер. с англ. Том 1 - <http://www.twirpx.com/file/135043/>

Кобаяси А. Экспериментальная механика: Пер. с англ. Том 2 - <http://www.twirpx.com/file/135117/>

Кудрин А.Б., Полухин П.И., Чиченев Н.А. Голография и деформация металлов - <http://www.twirpx.com/file/1039932/>

Макаров Р.А., Ренский Л.Б. и др. Тензометрия в машиностроении - <http://www.twirpx.com/file/901022/>

Пригоровский Н.И. Методы и средства определения полей деформаций и напряжений - <http://www.twirpx.com/file/427246/>

Сухарев И.П., Ушаков Б.Н. Исследования деформаций и напряжений методом муаровых полос - <http://www.twirpx.com/file/1042788/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Экспериментальные методы исследования прочности конструкций" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Лабораторное оборудование Лаборатории сопротивления материалов, Лаборатории оптических методов исследования напряжений.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Автор(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Саченков А.А. _____

"__" _____ 201__ г.