

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

Инженерные методы расчета оболочек М2.ДВ.3

Направление подготовки: 010800.68 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика твердого деформируемого тела

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Коноплев Ю.Г.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г.

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 817211214

Казань
2014

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

Целями освоения дисциплины являются: определение места анализа и расчета на прочность тонкостенных конструкций в общем цикле расчета пластин и оболочек. Получение знаний использования вариационных принципов и численных методов для исследования прочности оболочек. Решение конкретных задач прочности пластин и оболочек.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.68 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1, 2 семестры.

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла.

Получаемые знания необходимы для понимания и освоения курсов профильных дисциплин направления механики и математического моделирования.

Слушатели должны владеть знаниями по дисциплинам: теоретическая механика, ме-ханика сплошных сред, теория пластин и оболочек.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|--|--|
| ОК7,9 (общекультурные компетенции) | Выпускник должен обладать способностью к организации и планированию научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом. |
| ПК 15 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления (ПК-15); |
| ПК 2-9 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать умением понять поставленную задачу (ПК-2); умением формулировать результат (ПК-3); умением строго доказать утверждение (ПК-4); умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат (ПК-5); умением самостоятельно увидеть следствия сформулированного результата (ПК-6); умением грамотно пользоваться языком предметной области (ПК-7); умением ориентироваться в постановках задач (ПК-8); знанием корректных постановок классических задач (ПК-9); |
| ПК-10 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать пониманием корректности постановок задач (ПК-10); |
| ПК-13 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать обретением опыта самостоятельного различения различных типов знания (ПК-13); |
| ПК-16 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать способностью к выделению главных смысловых аспектов в доказательствах (ПК-16) |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ПК-20 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать владением методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных и инженерно-технических задач (ПК-20); |
| ПК-23 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать владением методами математического и алгоритмического моделирования при решении задач механики (ПК-23); |
| ПК-24 (профессиональные компетенции) | Выпускник должен обладать владением проблемно-задачной формой представления задач механики (ПК-24); |

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

обладать теоретическими знаниями о математических моделях, позволяющих решать задачи прочности пластин и оболочек,

4. должен демонстрировать способность и готовность:

обладать теоретическими знаниями о математических моделях, позволяющих решать задачи прочности пластин и оболочек,

4. должен демонстрировать способность и готовность:

понимать необходимость проведения анализа на прочность тонкостенных конструкций, используемых в практике,

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 1 семестре; зачет во 2 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. Синтез теории и эксперимента при создании машин и механизмов. Теория подобия и размерностей. Теория планирования | | | | | | |

эксперимента.

| | | | | | |
|---|-----|---|---|---|--------------|
| 1 | 1-6 | 4 | 8 | 0 | устный опрос |
|---|-----|---|---|---|--------------|

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----------------------------------|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| | Тема 2. Теоретико-экспериментальный метод в механике деформируемого твердого тела. 2. Сущность метода. Преимущества и недостатки метода. | 1 | 7-10 | 4 | 8 | 0 | контрольная работа |
| 4.2 Содержание дисциплины | | | | | | | |
| | Тема 2. Синтез теории и эксперимента при создании машин и механизмов. Теория подобия и размерностей. Теория планирования эксперимента. лекционное занятие (4 часа(ов)): | | | | | | |
| | Тема 3. Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач устойчивости элементов конструкций. П-теорема и примеры её применения в механике. Методы планирования эксперимента, основанные на регрессионном анализе. лекционное занятие (8 часа(ов)): | | | | | | |
| | Тема 2. Теоретико-экспериментальный метод в механике деформируемого твердого тела. Сущность метода. Преимущества и недостатки метода. Основные принципы конструирования в машиностроении. лекционное занятие (4 часа(ов)): | 2 | 11-13 | 6 | 10 | 0 | устный опрос |
| | Теоретико-экспериментальный метод в механике деформируемого твердого тела. Суть метода и его основные преимущества. Применение метода к решению линейных и нелинейных задач деформирования элементов конструкций. лекционное занятие (8 часа(ов)): | | | | | | |
| | Теоретико-экспериментальный метод в задачах о нелинейном деформировании оболочек и пластин под действием различных нагрузок. лекционное занятие (6 часа(ов)): | | | | | | |
| | Тема 3. Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач устойчивости элементов конструкций. Устойчивость стержней, гибких пластин, цилиндрических, конических и сферических оболочек неоднородной структуры при раздельных и комбинированных нагрузках. лекционное занятие (6 часа(ов)): | | | | | | |
| | Теоретико-экспериментальный метод в задачах устойчивости неоднородных оболочек при нелинейном и моментном докритическом состоянии. Устойчивость оболочек комбинированной нагрузки. лекционное занятие (10 часа(ов)): | | | 6 | 8 | 0 | контрольная работа |
| | Устойчивость тонких оболочек при поперечной нагрузке. Устойчивость цилиндрических, конических оболочек кругового и эллиптического поперечного сечения при действии раздельных и комбинированного нагружения. лекционное занятие (6 часа(ов)): | | | | | | |
| | Тема 4. Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач об определении спектров частот и форм колебаний элементов конструкций. Определение собственных частот и форм колебаний пластин оболочек при нестандартных условиях закрепления. лекционное занятие (6 часа(ов)): | 1 | | 0 | 0 | 0 | зачет |
| | Теоретико-экспериментальный метод в задачах о свободных колебаниях однородных и неоднородных элементов конструкций. Экспериментальные методы определения частот и форм свободных колебаний. Внешнее демпфирование и внутреннее трение. лекционное занятие (8 часа(ов)): | | | 0 | 0 | 0 | |

Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач об определении спектров частот и форм колебаний пластин различной формы, имеющих вырезы и опирающиеся по контуру или на точечные опоры. Определение частот и форм свободных колебаний сферических сегментов 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. Синтез теории и эксперимента при создании машин и механизмов. Теория подобия и размерностей. Теория планирования эксперимента. | 1 | 1-6 | подготовка к устному опросу | 26 | устный опрос |
| 2. | Тема 2. Теоретико-экспериментальный метод в механике деформируемого твердого тела. Сущность метода. Преимущества и недостатки метода. Основные принципы конструирования в машиностроении. | 1 | 7-10 | подготовка к контрольной работе | 16 | контрольная работа |
| 3. | Тема 3. Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач устойчивости элементов конструкций. Устойчивость стержней, гибких пластин, цилиндрических, конических и сферических оболочек неоднородной структуры при отдельных и комбинированных нагрузках. | 2 | 11-13 | подготовка к устному опросу | 18 | устный опрос |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 4. | Тема 4. Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач об определении спектров частот и форм колебаний элементов конструкций. Определение собственных частот и форм колебаний пластин оболочек при нестандартных условиях закрепления | 2 | 14-18 | подготовка к контрольной работе | 30 | контрольная работа |
| | Итого | | | | 90 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, контрольные работы, практические занятия, зачёт. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на практических занятиях). Зачет выставляется по положительным результатам выполнения контрольных работ и самостоятельной работы в течении семестра, а также успешной сдачи теоретического материала по прилагаемой программе.

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

Тема 1. Синтез теории и эксперимента при создании машин и механизмов. Теория подобия и размерностей. Теория планирования эксперимента.

устный опрос , примерные вопросы:

Основные понятия теории размерностей, П-теорема и её приложения. Примеры применения П-теоремы в механике. Основы теории вероятности и математической статистики. Теория планирования эксперимента и её применение на практике.

Тема 2. Теоретико-экспериментальный метод в механике деформируемого твердого тела. Сущность метода. Преимущества и недостатки метода. Основные принципы конструирования в машиностроении.

контрольная работа , примерные вопросы:

Предмет, задачи и методы МДТТ. Основные классы математических моделей. Теоретические и экспериментальные методы МДТТ. Суть ТЭМ и его место среди других методов МДТТ. Возможности, преимущества и недостатки ТЭМ. Достоверность результатов, полученных ТЭМ.

Тема 3. Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач устойчивости элементов конструкций. Устойчивость стержней, гибких пластин, цилиндрических, конических и сферических оболочек неоднородной структуры при раздельных и комбинированных нагрузках.

устный опрос , примерные вопросы:

ТЭМ в задачах нелинейного изгиба и устойчивости пластин и пологих оболочек. 1. Линейные и нелинейные задачи изгиба пластин. Определение перемещений, деформаций и напряжений. 2. Нелинейное деформирование и устойчивость пластин при поперечных нагрузках. 3. Нелинейное деформирование и устойчивость пологих оболочек. Структурные и расчетные формулы для критических нагрузок. 4. Напряженно-деформированное состояние и устойчивость сферического купола, подкрепленного в зоне действия локальной нагрузки.

Устойчивость цилиндрических и конических оболочек кругового сечения. 1. Устойчивость цилиндрических оболочек при нагрузках, действующих отдельно или в комбинациях. Влияние граничных условий. 2. Устойчивость цилиндрических оболочек с вырезами. Нелинейность и моментность начального состояния. Раздельное и комбинированное нагружение. 3. Устойчивость конических оболочек. Математическая аналогия с цилиндрическими оболочками.

Получение структурных формул. Комбинированное нагружение. Устойчивость цилиндрических оболочек эллиптического сечения. 1. Особенности докритического состояния цилиндрических оболочек эллиптического поперечного сечения. Уравнения нейтрального равновесия. Математическая аналогия с цилиндрическими оболочками кругового сечения. Теория локальной устойчивости оболочек. 2. Структурные формулы для критических нагрузок осевого сжатия, внешнего давления, кручения, внутреннего давления. Комбинированное нагружение.

Тема 4. Применение теоретико-экспериментального метода к решению задач об определении спектров частот и форм колебаний элементов конструкций. Определение собственных частот и форм колебаний пластин оболочек при нестандартных условиях закрепления

контрольная работа , примерные вопросы:

Свободные колебания пластин и пологих оболочек. 1. Колебания пластин. Потенциальная и кинетическая энергии. Метод Релея. Структурные формулы для частот. 2. Свободные колебания пластин с вырезами. Механические эффекты, возникающие при появлении вырезов. Получение структурных формул. Результаты экспериментов по определению спектров частот свободных колебаний. 3. Свободные колебания пластин на точечных опорах. Структурные формулы для частот. Оптимальное расположение опор для пластин различной формы. 4. Свободные колебания пологого сферического сегмента на точечных опорах. Потенциальная и кинетическая энергии. Структурные формулы для частот. Рациональное расположение опор для частоты основного тона колебаний.

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ.

Содержание вопросов при подготовке к зачету:

1. Основные и производные физические величины. Основные и производные единицы измерения. Системы единиц измерения. Условия непротиворечивости системы единиц измерения. Количество основных единиц измерения.
2. Размерность физических величин. Величины размерные и безразмерные. Функциональные связи между величинами. Структура функциональных связей. Третья основная теорема теории размерностей.
3. Примеры применения П-теоремы для определения структуры функциональных связей.
4. Суть ТЭМ и случаи его наиболее эффективного использования.
5. Преимущества ТЭМ и достоверность получаемых результатов.
6. ТЭМ в задачах линейного и нелинейного изгиба пластин.
7. Особенности нелинейного деформирования и устойчивости пластин при действии поперечной нагрузки.
8. Задачи нелинейного изгиба и устойчивости пологих оболочек. Универсальная формула для критических нагрузок.
9. Рациональное подкрепление пологого сферического сегмента в зоне действия локальных нагрузок.

10. Структурные формулы для критических нагрузок цилиндрических оболочек при действии осевого сжатия, внешнего давления и кручения.
11. Влияние начальных несовершенств, неравномерности приложения нагрузок, условий закрепления на критические нагрузки.
12. Устойчивость оболочек при комбинированном нагружении. Теорема о выпуклости области устойчивости.
13. Устойчивость цилиндрических оболочек, ослабленных вырезами. Начальное состояние. Комбинированное нагружение.
14. Устойчивость цилиндрических оболочек эллиптического сечения. Нелинейность и моментность начального состояния. Уравнения нейтрального равновесия. Математическая аналогия с уравнениями оболочек кругового сечения.
15. Полубезмоментная теория устойчивости оболочек.
16. Теория локальной устойчивости оболочек.
17. Устойчивость конических оболочек. Уравнения устойчивости. Математическая аналогия с уравнениями устойчивости цилиндрических оболочек.
18. Структурные формулы для критических нагрузок конических оболочек.
19. Свободные колебания пластин. Влияние демпфирования.
20. Метод Релея определения спектра частот свободных колебаний.
21. Структурные формулы для частот свободных колебаний пластин.
22. Свободные колебания пластин с вырезами. Влияние изменения жесткости и изменения массы на частоты нижней части спектра.
23. Частоты свободных колебаний пластин на точечных опорах. Рациональное расположение опор для пластин круглой, квадратной и треугольной формы.
24. Свободные колебания сферического сегмента на точечных опорах. Зависимость рационального расположения опор от параметра кривизны.
25. Напряженно-деформированное состояние цилиндрической оболочки при локальном нагружении.
26. Методы планирования эксперимента в сочетании с ТЭМ.

7.1. Основная литература:

Динамическая устойчивость упругих пластин и оболочек, Коноплев, Юрий Геннадьевич, 2012г.
Прочность и ресурс ЖРД, Махутов, Николай Андреевич; Рачук, Владимир Сергеевич; Гаденин, Михаил Матвеевич, 2011г.

Практические занятия по курсу "Устойчивость и управление движением", Тазюков, Фарид Хоснутдинович; Тазюков, Булат Фэридович, 2011г.

Динамика и устойчивость сооружений, Шакирзянов, Рашит Аглеевич; Шакирзянов, Фарид Рашитович, 2013г.

1. Богомаз, И. В. Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. В. Богомаз. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 346 с. - ISBN 978-5-7638-2178-9. <http://znanium.com/bookread.php?book=442969>.

2. Технология конструкционных материалов: учебное пособие / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин, В.А. Кузнецов и др. - М.: Форум, 2008. - 272 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-91134-269-2, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=149097>.

3. Прикладная механика: Учебное пособие для вузов / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко, В.А. Лепихова. - М.: ИЦ РИОР: ИНФРА-М, 2011. - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-369-00758-7, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=219428>.

7.2. Дополнительная литература:

Нелинейная волновая механика и технологии, Ганиев, Ривнер Фазылович;Украинский, Леонид Ефимович, 2011г.

Прикладная механика сплошных сред, Т. 3. Численные методы в задачах физики быстропротекающих процессов, Бабкин, Александр Викторович;Колпаков, Владимир Иванович;Охитин, Владимир Николаевич;Селиванов, Виктор Валентинович, 2006г.

Металлополимерные наноконкомпозиты, Бузник, Вячеслав Михайлович;Фомин, Василий Михайлович;Алхимов, А. П.;Ляхов, Н. З., 2005г.

Полимерные композиционные материалы, Баженов, Сергей Леонидович;Берлин, Александр Александрович;Кульков, Александр Алексеевич;Ошмян, Виктор Григорьевич, 2010г.

Строительная механика в пакетах "MATHEMATICA" и "ANSYS", Артюхин, Юрий Павлович, 2009г.

Механика процессов пластических сред, Зубчанинов, Владимир Георгиевич, 2010г.

1. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры: Учебное пособие / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, Е.Н. Политов. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 208 с.: 60x90 1/16. - (Технологический сервис). (переплет) ISBN 978-5-98281-305-3, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=314716>.

2. Детали машин: типовые расчеты на прочность: учебное пособие / Т.В. Хруничева. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. - 224 с.: ил.; 70x100 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0313-1, 2000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=118033>.

3. Алямовский, А. А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 1040 с.. ? (Мастер). - ISBN 978-5-94157-994-5. <http://znanium.com/bookread.php?book=350267>.

7.3. Интернет-ресурсы:

Абросимов Н.А., Баженов В.Г. Нелинейные задачи динамики композитных конструкций. Нижний Новгород: Издательство ННГУ, 2002 - 391 с. - <http://www.twirpx.com/file/1011746/>

Айзикович С.М., Александров В.М. и др. Механика контактных взаимодействий - <http://www.twirpx.com/file/343679/>

Белл Дж.Ф. Экспериментальные основы механики деформируемых твердых тел. Часть 2 PDF В 2-х частях. Часть II. Конечные деформаций: Пер. с англ. /Под ред. А. П. Филина. ? М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. ? 432 с. Книга представляет собой перевод последнего, IV раздела одного из томов (VI а/1) ?Физической энциклопедии? - <http://www.twirpx.com/files/mechanics/rigid/>

Сорокин В.Н. Экспериментальная механика - <http://www.twirpx.com/file/371245/>

Чиченев Н.А., Кудрин А.Б., Полухин П.И. Методы исследования процессов обработки металлов давлением (экспериментальная механика) - <http://www.twirpx.com/file/1039936/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Инженерные методы расчета оболочек" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, доступ студентов к компьютеру с Microsoft Office и Internet.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.68 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Механика твердого деформируемого тела .

Автор(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г. _____

"__" _____ 201__ г.