

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Нелинейная теория пластин и оболочек

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Саченков А.А. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), asachenk@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи математики и механики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

разбираться в классификации пластин и оболочек в соответствии с их геометрией и характером деформирования;

разбираться в теории регулярных (гладких) поверхностей, способах ее параметризации, квадратурных формах поверхностей, тензорах поверхности и их связи друг с другом, классификации поверхностей и ее инвариантах;

иметь представление о соотношениях Гаусса-Кодацци-Петерсона и их связь с уравнениями неразрывности деформаций в теории пластин и оболочек;

разбираться в геометрической теории пластин и оболочек, тензорах деформаций Грина-Лагранжа и Альманси; понимать смысл построения деформационной модели на основе гипотез Кирхгофа-Лява и компонент тензора деформаций;

иметь представление о методике формирования уравнений равновесия тонких пластинок и оболочек;

иметь представление о соотношениях упругости в теории тонких пластин и оболочек;

иметь представление о статических и геометрических (кинематических) граничных условиях на контуре пластинок и оболочек (приведение статических граничных условий к четырем).

Должен уметь:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен уметь:

Уметь получать из уравнений равновесия тангенциальные и поперечные усилия, а также изгибающие и крутящие моменты;

Уметь получать физические компоненты тангенциальных усилий, а также изгибающих и крутящих моментов;

Уметь отличать пластинки и оболочки в моментном и безмоментном состояниях с помощью величины потенциальной энергии деформации;

Уметь получать уравнения Феппля-Кармана и С.Жермен-Лагранжа.

Должен владеть:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен владеть:

навыками осуществления параметризации поверхностей пластинок и оболочек; из общих соотношений параметризованных объектов получать основные соотношения, определяющие компоненты тензоров деформаций; теоретическими знаниями по классификации задач теории изгиба пластинок и оболочек.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

понимать роль и место нелинейной теории пластин и оболочек в механике;

применить полученные знания для развития изученной и других дисциплины.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.03 "Механика и математическое моделирование (Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 70 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Теория поверхностей. Сведения из дифференциальной геометрии и тензорного анализа.	8	8	0	8	0	0	0	11
2.	Тема 2. Основные дифференциальные зависимости теории поверхностей.	8	6	0	6	0	0	0	11
3.	Тема 3. Геометрическая теория деформации пластин и оболочек	8	6	0	6	0	0	0	14
4.	Тема 4. Физические компоненты тензоров тангенциальных и изгибных деформаций для различных видов оболочек.	8	8	0	8	0	0	0	10
5.	Тема 5. Уравнения равновесия тонкой оболочки. Соотношения упругости в теории тонких оболочек. Классификация задач теории изгиба оболочек.	8	8	0	6	0	0	0	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)					Само- стоя- тель- ная ра- бота	
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего		Лабора- торные в эл. форме
	Итого		36	0	34	0	0	0	56

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение. Теория поверхностей. Сведения из дифференциальной геометрии и тензорного анализа.

Общие сведения о пластинках и оболочках, примеры и основные понятия. Связь теории пластин и оболочек (ТПиО) с другими науками. Основоположники и хронология развития ТПиО. Классификация оболочек. Некоторые сведения из теории поверхностей, дифференциальной геометрии и тензорного анализа.

Параметрическое уравнение поверхности. Векторы, касательные к координатным линиям. Первая квадратичная форма поверхности. Первый метрический тензор поверхности. Основной и взаимный базисы. Дискриминантный тензор поверхности. Метрика поверхности: изгибание поверхности, внутренняя геометрия поверхности, теорема о наложимости поверхностей. Расстояние вдоль линии между двумя точками линии, заданной на поверхности. Элемент площади поверхности. Определение угла между линиями на поверхности. Зависимости между ковариантными и контравариантными компонентами метрического тензора поверхности (их связь через компоненты прямой и обратной матрицы). Вторая квадратичная форма поверхности. Формула Серре-Френе. Сопровождающий трехгранник. Нормальная и геодезические кривизны кривой на поверхности. Второй метрический тензор поверхности. Формула Менье. Геодезическая линия. Главные направления и главные кривизны поверхности. Линии кривизны поверхности (ортогональная и сопряженная системы координат). Формула Родрига. Определение главных кривизн поверхности. Средняя и гауссова кривизны поверхности. Эйлерова разность. Эллиптические, гиперболические и параболические точки поверхности. Поверхности положительной, нулевой и отрицательной гауссовой кривизны. Представления инвариантов поверхностей через тензоры.

##### Тема 2. Основные дифференциальные зависимости теории поверхностей.

Деривационные формулы Гаусса-Вейнгартена. Символы Кристоффеля 1 и 2-го родов и их связь с первым метрическим тензором. Ковариантные производные векторов. Физическая компонента вектора. Поверхностные ковариантные производные векторов и тензоров 2-го порядка. Дифференцирование поверхностных тензоров 2-го порядка. Поверхностные ковариантные производные метрического и дискриминантного тензоров 2-го порядка. Формула Вейла. Третья квадратичная форма поверхности. Соотношения Гаусса-Кодацци-Петерсона для поверхности.

##### Тема 3. Геометрическая теория деформации пластин и оболочек

Способ задания координат материальных частиц тонкой оболочки. Пространственный фундаментальный метрический тензор. Геометрическая теория деформации оболочки. Построение модели деформирования оболочки на основе гипотез Кирхгофа-Лява. Тензор тангенциальных деформаций. Тензор изгибных деформаций. Компоненты второго метрического тензора деформированной поверхности. Физические компоненты тензора. Геометрический смысл ковариантных компонент тензоров тангенциальных и изгибных деформаций. Геометрические соотношения теории оболочек в ортогональной системе координат.

##### Тема 4. Физические компоненты тензоров тангенциальных и изгибных деформаций для различных видов оболочек.

Символы Кристоффеля 2-го рода, формулы дифференцирования базисных векторов поверхности и формулы дифференцирования вектора нормали к поверхности в ортогональной системе координат. Соотношения Гаусса-Кодацци-Петерсона в линиях кривизны. Определение компонент тензоров тангенциальных и изгибных деформаций в линиях кривизны. Соотношения, определяющие компоненты тензоров тангенциальных и изгибных деформаций в линиях кривизны для тонкой пластины, цилиндрической и сферической оболочек.

##### Тема 5. Уравнения равновесия тонкой оболочки. Соотношения упругости в теории тонких оболочек. Классификация задач теории изгиба оболочек.

Уравнения неразрывности деформаций в теории оболочек и их связь с формулами Гаусса-Кодаши-Петерсона. Уравнения неразрывности деформаций Галимова К.З. Уравнения равновесия тонкой оболочки. Тензор истинных напряжений Коши. Вектор напряжений, поток тензора напряжений. Формула Гаусса-Остроградского, дивергенция, оператор Гамильтона-набла. Преобразование векторных уравнений равновесия. Формула Вейля для пространственного случая. Симметричность тензора напряжений. Векторное и скалярные уравнения равновесия. Тензор напряжений Пиолы-Кирхгофа. Формула Галимова К.З. преобразования поверхностной ковариантной производной в деформированном состоянии в поверхностную ковариантную производную в недеформированном состоянии. Векторы внутренних усилий и внутренних моментов. Тензор тангенциальных усилий. Поперечные усилия. Тензор изгибающих и крутящих моментов. Уравнения равновесия тонкой оболочки в векторной и скалярной формах. Соотношения упругости в теории тонких оболочек. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Физические компоненты тангенциальных усилий, а также изгибающих и крутящих моментов. Статические и геометрические (кинематические) граничные условия в теории пластин и оболочек. Кривизны линий на граничном контуре поверхности. Приведение статических граничных условий к четырем. Потенциальная энергия деформации тонкой упругой оболочки. Моментное и безмоментное состояния оболочек. Уравнения нелинейной теории оболочек (уравнения равновесия в усилиях и моментах, а также в перемещениях). Классификация задач теории изгиба оболочек. Теория пологих оболочек. Уравнения Феппля-Кармана и С.Жермен-Лагранжа.

##### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

##### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

##### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):



- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электронная библиотека - <http://cnfnbrf.convex.ru/>

Электронная библиотека - <http://vuz.exponenta.ru/>

Электронная библиотека - <http://crydee.sai.msu.ru/>

Электронная библиотека - <http://www.plib.ru/library/subcategory/56.html>

Электронная библиотека - <http://bookfi.org/>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Ваше обучение должно начинаться с внимательного ознакомления с программой курса, обязательными элементами которой являются: - перечень тем, подлежащих усвоению; - список учебных пособий и рекомендуемой литературы; - список контрольных вопросов Изучать данную учебную дисциплину следует, переходя от темы к теме, ничего не пропуская и не забегая вперед. Это обусловлено внутренней логикой науки, очевидным движением от простого к сложному
практические занятия	Только полноценное сочетание лекционных и практических занятий позволит достичь понимания предмета, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования навыков проведения тестирования. После внимательного прочтения основной литературы по теме попробуйте самостоятельно ответить на контрольные вопросы. Если это вызывает трудности, вернитесь к соответствующим главам или разделам учебника, займитесь поиском дополнительной литературы.
самостоятельная работа	Очень важно, чтобы не оставалось непонятых положений, поскольку 'пробелы' имеют обыкновение нарастать, как снежный ком. Помните, что в процессе освоения любой науки вам необходимо: - уяснить ее связь с другими отраслями знаний; - получить четкое представление об объекте исследования и предмете данной науки; - освоить основные достижения в данной области знаний; - представлять спектр нерешенных проблем и перспективных направлений их развития.
экзамен	При подготовке к экзамену прочитайте и вспомните всё содержание курса. Для поиска и проработки обширного круга дополнительных источников важно свободно ориентироваться в информационных потоках. Большую помощь, помимо библиотек, может оказать Internet. При изучении курса особое внимание необходимо обратить на классификацию и специфические особенности разных моделей. Для поиска и проработки обширного круга дополнительных источников важно свободно ориентироваться в информационных потоках. Большую помощь, помимо библиотек, может оказать Internet. При изучении курса особое внимание необходимо обратить на классификацию и специфические особенности разных моделей.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки "Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.02 Нелинейная теория пластин и оболочек

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

Динамическая устойчивость упругих пластин и оболочек: учебное пособие / [Ю. Г. Коноплев и др.].?Казань: Казанский университет, 2012.?79 с.

Филиппов В.А. Основы геометрии поверхностей оболочек пространственных конструкций. - М.: Физматлит, 2009. - 192 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2153/>

Михасев Г.И., Товстик П.Е. Локализованные колебания и волны в тонких оболочках. Асимптотические методы. - М.:Физматлит, 2009. - 292 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2264/>

Сопrotивление материалов в примерах и задачах: Учебное пособие / Н.М. Атаров. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 407 с <http://znanium.com/bookread.php?book=191566>

#### Дополнительная литература:

Артюхин, Юрий Павлович. Расчет ортотропных оболочек в рядах Навье-Карасева: учебное пособие-монография / Ю. П. Артюхин; Казан. федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского.?Казань: [Казанский университет], 2012.?65 с.

Сопrotивление материалов с осн. теории упругости и пластич.: Учеб. / Г.С.Варданян, В.И.Андреев и др.; Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова - 2 изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=256769>

Шатохина, Л. П. Сопrotивление материалов. Расчёты при сложном сопроtвлении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. П. Шатохина, Е. М. Сигова, Я. Ю. Белозёрова ; под общ. ред. Л. П. Шатохиной. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 140 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=440876>

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.04.02 Нелинейная теория пластин и оболочек*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.