

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Механика упругих стержней

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## 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) Великанов П.Г. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), Petr.Velikanov@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-2	способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности
ПК-3	готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям
ПК-7	готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

механический смысл характеристик напряженно-деформируемого состояния тела и инженерные подходы к анализу напряженно-деформируемого состояния стержневых элементов

Должен уметь:

ориентироваться в выборе расчетных схем и методах определения механических характеристик материалов

Должен владеть:

навыками расчетов стержневых элементов при различных видах деформаций и условиях нагружения

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять теоретические знания о методах расчета стержневых элементов на прочность, жесткость и устойчивость в условиях статического и динамического нагружения и ориентироваться в выборе расчетных схем и методах определения механических характеристик материалов

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 "Прикладная механика (Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 89 часа(ов), в том числе лекции - 44 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 44 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 55 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия, определения, допущения. Механические свойства материалов.	3	2	0	1	3
2.	Тема 2. Центральное растяжение - сжатие бруса. Стержни и стержневые системы. Принцип Сен-Венана и гипотеза плоских сечений.	3	6	0	7	6
3.	Тема 3. Геометрические характеристики поперечных сечений.	3	0	0	0	6
4.	Тема 4. Основы теории напряженного и деформируемого состояний.	3	4	0	2	4
5.	Тема 5. Кручение вала круглого поперечного сечения.	3	2	0	2	2
6.	Тема 6. Прямой плоский изгиб бруса.	3	8	0	10	10
7.	Тема 7. Хрупкое и пластическое разрушение.	3	4	0	4	2
8.	Тема 8. Сложное сопротивление бруса.	3	6	0	4	6
9.	Тема 9. Энергетические методы определения перемещений.	3	6	0	8	8
10.	Тема 10. Устойчивость сжатых стержней.	3	2	0	2	4
11.	Тема 11. Прочность при циклически меняющихся напряжениях.	3	2	0	2	2
12.	Тема 12. Динамическое нагружение. Ударная нагрузка.	3	2	0	2	2
	Итого		44	0	44	55

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Основные понятия, определения, допущения. Механические свойства материалов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основные понятия, определения, допущения. Механические свойства материалов. Центральное растяжение / сжатие бруса. Геометрические характеристики поперечного сечения. Основы теории напряженного и деформируемого состояний. Механические свойства материалов. Диаграмма растяжения. Упругость и пластичность. Ползучесть и релаксация напряжений. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Модели деформирующего твердого тела.

лабораторная работа (1 часа(ов)):

Механические свойства материалов. Диаграмма растяжения

###### Тема 2. Центральное растяжение - сжатие бруса. Стержни и стержневые системы. Принцип Сен-Венана и гипотеза плоских сечений.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Центральное растяжение / сжатие бруса. Стержни и стержневые системы. Принцип Сен-Венана и гипотеза плоских сечений. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Расчет на прочность при растяжении. Учет собственного веса и сил инерции. Перемещение узлов стержневых систем. Статически неопределимые задачи на растяжение/сжатие. Температурные напряжения. Потенциальная энергия бруса при растяжении - сжатии.

лабораторная работа (7 часа(ов)):

Статически неопределимые задачи на растяжение/сжатие. Температурные напряжения. Потенциальная энергия бруса при растяжении - сжатии.

### **Тема 3. Геометрические характеристики поперечных сечений.**

Геометрические характеристики поперечных сечений.

Статические моменты инерции сечений. Осевые, центробежные моменты инерции поперечных сечений.

Центральные оси, главные центральные оси инерции. Экстремальные значения осевых моментов инерции.

Радиусы инерции. Эллипс инерции. Методика вычисления геометрических характеристик поперечных сечений.

### **Тема 4. Основы теории напряженного и деформируемого состояний.**

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основы теории напряженного и деформируемого состояний. Напряжения на площадках при растяжении.

Напряжения при двухосном растяжении. Общий случай плоско-напряженного состояния. Определение главных напряжений. Пространственно-напряженное состояние. Теорема Коши. Главные касательные напряжения.

Закон Гука в главных осях. Чистый сдвиг. Закон Гука при чистом сдвиге.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Пространственно-напряженное состояние. Теорема Коши

### **Тема 5. Кручение вала круглого поперечного сечения.**

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Кручение. Кручение вала круглого поперечного сечения. Гипотеза жесткого контура. Стесненное и нестесненное кручение. Статико-геометрическая и гидродинамическая аналогии. Расчет на прочность и жесткость при кручении стержней произвольного поперечного сечения. Потенциальная энергия вала при кручении.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Расчет на прочность и жесткость при кручении

### **Тема 6. Прямой плоский изгиб бруса.**

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Прямой плоский изгиб бруса. Внутренние силовые факторы, возникающие в поперечных сечениях бруса при изгибе. Статически определенные и статически неопределенные балки. Эпюры изгибающих моментов и перерезывающих сил. Дифференциальные зависимости Журавского. Гипотеза плоских сечений. Нормальные напряжения при изгибе. Касательные напряжения при поперечном изгибе тонкостенных стержней. Центр изгиба. Расчет на прочность при изгибе. Деформирование балки при изгибе. Уравнение упругой линии балки. Примеры определения прогиба. Статически неопределенные балки. Примеры расчета. Потенциальная энергия балки при изгибе.

лабораторная работа (12 часа(ов)):

Расчет на прочность при изгибе. Деформирование балки при изгибе. Уравнение упругой линии балки

### **Тема 7. Хрупкое и пластическое разрушение.**

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Хрупкое и пластическое разрушение. Критерий начала пластического деформирования. Критерии кратковременной прочности. О прочности и разрушении. Особенности малоциклового и многоциклового разрушений.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Критерии кратковременной прочности.

### **Тема 8. Сложное сопротивление бруса.**

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Сложное сопротивление бруса. Формула для нормальных напряжений. Косой изгиб. Изгиб в двух различных плоскостях. Изгиб с растяжением (сжатием). Изгиб с кручением. Изгиб с растяжением (сжатием) и кручением. Ядро сечения.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Формула для нормальных напряжений.

### **Тема 9. Энергетические методы определения перемещений.**

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Энергетические методы определения перемещений. Статически неопределимые системы. Метод сил. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Начало возможных перемещений для деформируемого тела. Теорема Кастилиана. Теорема Бэтти о взаимности работ, теорема Максвелла. Формула Мора для определения перемещений в стержневых системах. Расчет статически неопределимых систем по методу сил. Расчет неразрезных балок.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Расчет статически неопределимых систем по методу сил. Расчет неразрезных балок.

### **Тема 10. Устойчивость сжатых стержней.**

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Устойчивость сжатых стержней. Понятие устойчивости. Определение критической нагрузки по Эйлеру. Зависимость критической нагрузки от способов закрепления концов стержня. Пределы применимости формулы Эйлера.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Определение критической нагрузки по Эйлеру.

#### **Тема 11. Прочность при циклически меняющихся напряжениях.**

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Прочность при циклически меняющихся напряжениях. Усталостная прочность и ее особенности. Симметричный цикл. Несимметричный цикл. Влияние различных факторов на прочность при циклическом нагружении.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Усталостная прочность и ее особенности.

#### **Тема 12. Динамическое нагруженое. Ударная нагрузка.**

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Динамическое нагружение. О статическом и динамическом нагружении. Ударная нагрузка. Статистические методы оценки динамической прочности. Средние напряжения, дисперсия, несмещенная оценка среднеквадратического отклонения.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Ударная нагрузка.

### **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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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)

Александров\_Соппротивление материалов - <http://sopromat.vstu.ru/ucheb.html>

Горшков\_Соппротивление материалов - <http://sopromat.vstu.ru/ucheb.html>

Интернет ресурс по сопротивлению материалов - <http://sopromat.org/books/>

### 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
лабораторные работы	Только полноценное сочетание лекционных и лабораторных занятий позволит достичь понимания предмета, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования навыков. 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.

### 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.

## **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 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры".



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

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

#### Основная литература:

1. Бухгольц, Н.Н. Основы курса теоретической механики: учебное пособие: в 2 частях / Н.Н. Бухгольц. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. - Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки. - 2009. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0919-8. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/32>
2. Бухгольц, Н.Н. Основы курса теоретической механики: учебное пособие / Н.Н. Бухгольц. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. - Часть 2: Динамика системы материальных точек. - 2016. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-0926-6. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72973>
3. Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие / Н.М. Беляев, Л.К. Паршин, Б.Е. Мельников, В.А. Шерстнев; под редакцией Л. К. Паршина. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-0865-8. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91908>

#### Дополнительная литература:

1. Астанин, В.В. Техническая механика: учебное пособие: в 4 книгах / В.В. Астанин. - Москва: Машиностроение, [б. г.]. - Книга 2: Сопротивление материалов. - 2012. - 160 с. - ISBN 978-5-94275-604-8. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5800>
2. Волосухин В. А. Сопротивление материалов: Учебник / Волосухин В.А., Логвинов В.Б., Евтушенко С.И., - 5-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-369-01159-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/390023>
3. Рахматулин, Х. А. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках [Электронный ресурс] / Х. А. Рахматулин, Ю. А. Демьянов. - 2-е изд., доп. - М.: Университетская книга; Логос, 2009. - 512 с.: ил. - ISBN 978-5-98704-422-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/469468>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.02 Механика упругих стержней

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

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

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 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.