

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

Институт архитектуры, строительства и дизайна

Кафедра строительных конструкций и механики

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы
_____ Х.П. Культербаев

« ____ » _____ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИАСиД

_____ Т.А. Хежев

« ____ » _____ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Направление подготовки: 08.06.01 – Техника и технология строительства
Профиль (направленность): 05.23.17 - Строительная механика

КВАЛИФИКАЦИЯ

Исследователь, Преподаватель - исследователь

Форма обучения: очная

Нальчик 2018

Рабочая программа дисциплины «Теория колебаний механических систем» сост. Казиев А.М. –Нальчик: КБГУ, 2018. – 18 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины «Теория колебаний механических систем» в блоке обязательных дисциплин аспирантам очной формы обучения направления подготовки 08.06.01 – Техника и технология строительства, профиля «Строительная механика» на 2 году обучения в 3 семестре.

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.06.01 - Техника и технология строительства (уровень подготовки кадров высшей квалификации, утвержденных приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 873; паспорта специальностей научных работников, учебного плана подготовки аспирантов КБГУ по основной образовательной программе послевузовского профессионального образования (аспирантура) по специальности 05.23.17 Строительная механика.

Содержание

	с.
1 Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4 Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	7
6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	9
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	14
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	16
Лист изменений(дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) ...	18

1. Цель и задачи освоения дисциплины

В процессе эксплуатации сооружения подвергаются разнообразным динамическим воздействиям, вызывающим их колебания, представляющие значительную опасность.

Цель данного курса - изучение основ теории колебаний механических систем, к которым принадлежат строительные сооружения.

Задачами курса являются овладение методами определения характеристик колебательных процессов, способами и принципами построения математических моделей, их использования для обеспечения проектирования надёжных, долговечных и рациональных сооружений.

В результате изучения *Теории колебаний механических систем* аспирант должен овладеть научными приёмами динамического расчёта типичных, наиболее широко распространённых элементов строительных сооружений; должен научиться определять важнейшие характеристики колебаний изучаемых объектов (особенно стержней и стержневых систем).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина изучается в 3 семестре 2 года обучения. Для успешного освоения курса необходимы знания по циклам математических, естественнонаучных и специальных дисциплин, изучаемых по образовательным программам бакалавриата и магистратуры: математика, теоретическая механика, техническая механика, сопротивление материалов, строительная механика, строительные конструкции и т. д.

Изучение данного курса подготавливает аспиранта к изучению последующих курсов учебного плана: Численные методы в механике конструкций и сдаче экзамена по кандидатскому минимуму, содержащему специальные разделы: Динамика конструкций, Численные методы и применение ЭВМ в расчётах конструкций.

Актуальность введения данной дисциплины обусловлена тем, что в последнее время техника и технологическое оборудование, устанавливаемые внутри зданий и сооружений, технологические процессы, природные и техногенные воздействия снаружи становятся динамическими. Динамические нагрузки более сложны в описании и более опасны по своим последствиям. Поэтому к теории колебаний в настоящее время проявляется повышенный теоретический и практический интерес.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки 08.06.01 Техника и технология строительства:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1);

- владение культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

- способности профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5);

- способности к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6);

- владение основами теории фундаментальных разделов механики (ПК-1);

- владение навыками расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость при проектировании зданий и сооружений (ПК-2);

-владение основами динамики зданий и сооружений (ПК-4);
 -умение применять методы численного моделирования при решении профессиональных задач (ПК-5).

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Трудоёмкость дисциплины, итоговый контроль

Вид работы	Трудоемкость, часы
	Год обучения 1, семестр 2
Общая трудоемкость	108
Аудиторная работа:	30
<i>Лекции (Л)</i>	20
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	10
Самостоятельная работа:	69
<i>Выполнение домашних заданий (ДЗ)</i>	26
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала</i>	43
<i>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</i>	9
Вид итогового контроля	зачет

Лекционные занятия

Введение

1).Предмет теории колебаний. Монотонные и немонотонные движения. Колебательный процесс.

2).Классификация колебательных систем. Системы с одной степенью свободы и конечным числом степеней свободы. Распределённые системы. Линейные и нелинейные системы. Принцип суперпозиции. Стационарные и нестационарные системы. Автономные и неавтономные системы. Консервативные и неконсервативные системы.

3).Классификация колебательных процессов. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Параметрические колебания. Автоколебания.

4).Кинематика периодических колебательных процессов. Периодические колебания. Период, частота, угловая частота. Гармонические колебания. Амплитуда, фаза, начальная фаза гармонических колебаний. Две формы представления гармонических колебаний действительными функциями. Соотношения между ними. Комплексная форма представления гармонических колебаний. Полигармонические колебания. Ряд Фурье периодического процесса. Спектр частот. Амплитудный и фазовый спектры. Ряд Фурье в комплексной форме.

5).Уравнения движения. Уравнение Лагранжа II рода. Обобщенные координаты и обобщенная сила. Потенциальная и кинетическая энергии. Диссипативная функция Рэлея. Составление уравнений движения с помощью принципа Даламбера. Силы инерции, упругости, трения. Возмущающая сила.

Системы с одной степенью свободы

1)Пример составления уравнения колебаний.

2) Уравнение колебаний в общем виде. Частные случаи.

3).Свободные колебания при отсутствии трения. Уравнение свободных колебаний. Коэффициент жесткости (упругости). Начальные условия. Задача Коши, её решение. Частота свободных колебаний, угловая частота, амплитуда, период колебаний, начальная фаза.

4). Вынужденные колебания при отсутствии трения. Уравнение колебаний. Общее решение уравнения как сумма частного решения и общего решения порождающего однородного уравнения.

Гармоническое возбуждение колебаний. Уравнение движения и его решение в виде суммы свободных колебаний и стационарных колебаний. Динамический коэффициент. Амплитудно-частотная и амплитудно-фазовые характеристики. Явление резонанса.

Описание гармонической силы с помощью комплексной функции. Отыскание стационарного решения уравнения в комплексной форме. Импеданс (динамическая жесткость) системы. Частотная характеристика (передаточная функция) системы. Комплексные амплитуды отклонений и нагрузки, их взаимосвязь.

Негармоническое периодическое возбуждение колебаний. Применение ряда Фурье и принципа суперпозиции.

Кинематическое возбуждение колебаний. Амплитуда колебаний.

5) Демпфирование колебаний.

5.1) Диссипативные силы. Силы внутреннего и внешнего трений. Вязкий демпфер. Сухое трение.

5.2) Внутреннее трение. Петля гистерезиса. Коэффициент поглощения энергии. Логарифмический декремент колебаний. Коэффициент неупругого сопротивления. Гипотеза Фойгта, её дефект.

6). Свободные колебания с вязким сопротивлением. Уравнение движения. Характеристическое уравнение. Решение уравнения. Три случая величины трения. Лимитационное движение. Колебательные затухающие движения. Амплитуда и фаза колебаний. Период и частота колебаний при наличии трения. Декремент и логарифмический декремент. Случай равных корней характеристического уравнения. Аperiodическое движение.

7). Вынужденные колебания с вязким сопротивлением. Неоднородное уравнение колебаний. Определение коэффициента трения в уравнении колебаний. Действие импульса. Функция Грина. Выражение решения через функцию Грина.

Случай внезапного приложения нагрузки. Гармоническое возмущение. Комплексная форма решения. Импеданс (динамическая жесткость). Передаточная функция.

Динамический коэффициент. Амплитудно-частотные характеристики при различных значениях величин трения. Сдвиг фазы между нагрузкой и отклонениями.

Системы с конечным числом степеней свободы

1). Уравнения движения. Уравнение Лагранжа II рода. Кинетическая и потенциальная энергии. Инерционные коэффициенты и инерционная матрица. Матрица жесткости. Примеры определения матриц.

2). Свободные колебания. Система уравнений колебаний в развернутой и матричной формах. Основной, прямой и обратный способы получения уравнений колебаний. Соответствующие формы записи уравнений.

Собственные частоты и собственные формы колебаний. Частотное уравнение. Спектр собственных частот. Определение собственных форм. Спектр собственных форм. Свойства собственных частот и собственных форм колебаний. Ортогональность собственных форм с весом по инерции и жесткости.

3). Вынужденные колебания. Уравнения вынужденных колебаний. Решение, соответствующее установившимся колебаниям; его определение. Резонансы, антирезонансы. Амплитудно-частотные характеристики.

4) Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы. Уравнения колебаний. Диссипативная матрица. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Метод комплексных амплитуд.

Колебания систем с распределённой массой

- 1) Общие сведения. Бесконечное число степеней свободы, частот и форм колебаний. Примеры элементов машин и оборудования с распределённой массой.
- 2) Колебания струны. Свободные колебания. Вывод дифференциального уравнения движения. Начально-краевая задача. Метод разделения переменных. Собственные частоты и формы. Вынужденные колебания. Передаточная функция. Резонансы. Кинематически возбуждаемые колебания.
- 3) Продольные колебания стержней. Свободные колебания. Различные граничные условия. Получение и решение частотного уравнения. Спектры собственных частот и форм. Вынужденные колебания. Кинематически возбуждаемые колебания. Продольные силы и напряжения в сечениях колеблющихся стержней.
- 4) Крутильные колебания круглых стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Граничные условия. Постановка задачи.
- 5) Изгибные колебания стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Граничные условия. Свободные колебания, постановка задачи и её решение. Вынужденные колебания. Динамические и кинематические возмущения. Внутренние силы в поперечных сечениях. Графики амплитуд.
- 6) Изгибные колебания растянутых (сжатых) стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Свободные колебания. Получение и решение частотного уравнения. Зависимость собственных частот от продольной силы. Внутренние силы в поперечных сечениях. Графики амплитуд.

Практические занятия

- 1) Введение. Уравнение Лагранжа II рода. Принцип Даламбера.
- 2) Системы с одной степенью свободы. Свободные и вынужденные колебания при отсутствии трения.
- 3) Свободные и вынужденные колебания с учётом трения.
- 4) Системы с конечным числом степеней свободы.
- 5) Колебания систем с распределённой массой

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету

Введение

- 1) Предмет теории колебаний. Монотонные и немонотонные движения. Колебательный процесс.
- 2) Классификация колебательных систем. Системы с одной степенью свободы и конечным числом степеней свободы. Распределенные системы. Линейные и нелинейные системы. Принцип суперпозиции.
- 3) Классификация колебательных процессов. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Параметрические колебания. Автоколебания.
- 4) Кинематика периодических колебательных процессов. Периодические колебания. Период, частота, угловая частота. Гармонические колебания. Амплитуда, фаза, начальная фаза гармонических колебаний. Комплексная форма представления гармонических колебаний.
- 5) Уравнение движения. Уравнение Лагранжа II рода. Обобщенные координаты и обобщенная сила. Потенциальная и кинетическая энергии. Диссипативная функция Рэлея. Составление уравнений движения с помощью принципа Даламбера. Силы инерции, упругости, трения. Возмущающая сила.

Системы с одной степенью свободы

- 1) Пример составления уравнения колебаний.
- 2) Уравнение колебаний в общем виде. Частные случаи.

3)Свободные колебания при отсутствии трения. Уравнение свободных колебаний. Коэффициент жесткости (упругости). Задача Коши, её решение. Частота свободных колебаний, угловая частота, амплитуда, период колебаний, начальная фаза.

4)Вынужденные колебания при отсутствии трения. Уравнение колебаний. Общее решение уравнения как сумма частного решения и общего решения порождающего однородного уравнения.

Гармоническое возбуждение колебаний. Уравнение движения и его решение в виде суммы свободных колебаний и стационарных колебаний. Динамический коэффициент. Амплитудно-частотная и амплитудно-фазовые характеристики. Явление резонанса.

Описание гармонической силы с помощью комплексной функции. Отыскание стационарного решения уравнения в комплексной форме. Импеданс (динамическая жесткость) системы. Частотная характеристика (передаточная функция) системы. Комплексные амплитуды отклонений и нагрузки, их взаимосвязь.

Кинематическое возбуждение колебаний. Амплитуда колебаний.

5)Демпфирование колебаний. Диссипативные силы. Силы внутреннего и внешнего трений. Вязкий демпфер. Сухое трение.

6)Свободные колебания с вязким сопротивлением. Уравнение движения. Характеристическое уравнение. Решение уравнения. Три случая величины трения. Колебательные затухающие движения. Амплитуда и фаза колебаний. Период и частота колебаний при наличии трения. Декремент и логарифмический декремент. Случай равных корней характеристического уравнения.

7)Вынужденные колебания с вязким сопротивлением. Неоднородное уравнение колебаний. Определение коэффициента трения в уравнении колебаний. Действие импульса. Функция Грина. Выражение решения через функцию Грина.

Случай внезапного приложения нагрузки. Гармоническое возмущение. Комплексная форма решения. Импеданс (динамическая жесткость). Передаточная функция.

Динамический коэффициент. Амплитудно-частотные характеристики при различных значениях величин трения. Сдвиг фазы между нагрузкой и отклонениями.

Системы с конечным числом степеней свободы

1)Уравнения движения. Уравнение Лагранжа II рода. Кинетическая и потенциальная энергии. Инерционные коэффициенты и инерционная матрица. Матрица жёсткости. Примеры определения матриц.

2)Свободные колебания. Система уравнений колебаний в развернутой и матричной формах. Основной, прямой и обратный способы получения уравнений колебаний. Соответствующие формы записи уравнений.

Собственные частоты и собственные формы колебаний. Частотное уравнение. Спектр собственных частот. Определение собственных форм. Спектр собственных форм. Свойства собственных частот и собственных форм колебаний. Ортогональность собственных форм с весом по инерции и жесткости.

3)Вынужденные колебания. Уравнения вынужденных колебаний. Решение, соответствующее установившимся колебаниям; его определение. Резонансы, антирезонансы. Амплитудно-частотные характеристики.

4)Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы. Уравнения колебаний. Диссипативная матрица. Свободные колебания. Вынужденные колебания.

Колебания систем с распределённой массой

1)Общие сведения. Бесконечное число степеней свободы, частот и форм колебаний. Примеры элементов машин и оборудования с распределённой массой.

2) Колебания струны. Свободные колебания. Вывод дифференциального уравнения движения. Начально-краевая задача. Метод разделения переменных. Собственные частоты и формы. Вынужденные колебания. Передаточная функция. Резонансы. Кинематически возбуждаемые колебания.

3) Продольные колебания стержней. Свободные колебания. Различные граничные условия. Получение и решение частотного уравнения. Спектры собственных частот и форм. Вынужденные колебания. Кинематически возбуждаемые колебания. Продольные силы и напряжения в сечениях колеблющихся стержней.

4) Крутильные колебания круглых стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Граничные условия. Постановка задачи.

5) Изгибные колебания стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Граничные условия. Свободные колебания, постановка задачи и её решение. Вынужденные колебания. Динамические и кинематические возмущения. Внутренние силы в поперечных сечениях. Графики амплитуд.

6) Изгибные колебания растянутых(сжатых) стержней. Вывод дифференциального уравнения движения. Свободные колебания. Получение и решение частотного уравнения. Зависимость собственных частот от продольной силы. Внутренние силы в поперечных сечениях. Графики амплитуд.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1)	Знать: современную методологию теоретических и экспериментальных исследований в области строительства Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	вопросы к зачету
владением культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2)	Знать: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования Владеть:	вопросы к зачету

	навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	
способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций (ОПК-5)	<p>Знать: основные тенденции развития в области строительных наук</p> <p>Уметь: осуществлять отбор и использовать оптимальные методы изложения научных публикаций и представления презентаций</p> <p>Владеть: технологией представления научных публикаций и презентаций</p>	вопросы к зачету
способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6)	<p>Знать: современную методологию теоретических и экспериментальных исследований в области строительства</p> <p>Уметь: разрабатывать новые методы исследования в научно-исследовательской деятельности</p> <p>Владеть: навыками планирования новых методов исследования в научно-исследовательской деятельности</p>	вопросы к зачету
способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 05.23.17 Строительная механика (ПК-1)	<p>Знать: современное состояние науки в области строительной науки, нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР, требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Уметь: представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях, готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области строительной науки, представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</p> <p>Владеть: методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций, навыками составления и</p>	вопросы к зачету

	подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по научной специальности 05.23.17 Строительная механика	
владеть навыками расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость при проектировании зданий и сооружений (ПК-2).	Знать: Методы определения усилий в элементах сооружений от статических и динамических нагрузок. Уметь: Осуществлять расчётные сочетания усилий от постоянных и временных нагрузок. Владеть: навыками расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость.	вопросы к зачету
владеть основами динамики зданий и сооружений (ПК-4).	Знать: основы динамики зданий и сооружений Уметь: осуществлять динамические расчёты зданий и сооружений. Владеть: навыками динамических расчётов зданий и сооружений.	вопросы к зачету
уметь применять методы численного моделирования при решении профессиональных задач (ПК-5).	Знать: методы численного моделирования при решении профессиональных задач Уметь: применять методы численного моделирования при решении профессиональных задач. Владеть: методами численного моделирования при решении профессиональных задач.	вопросы к зачету

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

- 1) Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. – М.:Высшая школа, 1980.–408 с.
- 2) Васильков Г.В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие / Г.В. Васильков, З.В. Буйко. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 256 с.
- 3) Культербаев Х.П. Основы теории колебаний. Основы теории, задачи для домашних заданий, примеры решений. Кабардино-Балкарский государ. университет. Нальчик. 2003. 130 с.
- 4) Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Наука, - 1967. – 444 с.

Дополнительная литература

- 1) Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. – Теория колебаний. – М.: Физматгиз, 1959. -916 с.
- 2) Булгаков Б.В. Колебания. – Л.: Гостехиздат, 1954. – 892 с.

- 3) Вибрации в технике. Справочник, т. 1. Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с.
- 4) Вибрации в технике. Справочник, т. 2. Колебания нелинейных механических систем / Под ред. И.И. Блехмана. – М.: Машиностроение, 1979. – 351 с.
- 5) Культербаев Х.П. Основы теории колебаний. Расчетно-проектировочные работы – Нальчик, 2002. – с.
- 6) Культербаев Х.П., Ципинова Ф.М., Исламова О.В. Основы теории колебаний. Примеры выполнения расчетно-проектировочных работ. Кабардино-Балкарский государственный университет. Нальчик. 2006. – 46 с.
- 7) Культербаев Х.П., Исламова О.В., Чеченов Т.Ю. Математические модели колебательных систем и процессов. Лабораторный практикум. Каб.-Балк. госуниверситет. Нальчик. 2006. – 18 с.
- 8) Магнус К. Колебания. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
- 9) Мандельштам Л.И. Лекции по теории колебаний. – М.: Наука, 1972. – 470 с.
- 10) Обморшев А.Н. Введение в теорию колебаний. – М.: 1965. – 276.
- 11) Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. – М.: Наука, 1964. – 276 с.
- 12) Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Л.: Машиностроение, 1976. – 320 с.
- 13) Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах, т. 3 / Под ред. И.А. Биргера и Я.Г. Пановко. – М.: Машиностроение, 1968. – 568 с.
- 14) Светлицкий В.А., Стасенко И.В. Сборник задач по теории колебаний. – М.: Высшая школа, 1973. – 456 с.
- 15) Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний. – М.: Наука, - 1964. – 440 с.
- 16) Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. – М.: Машиностроение, 1970. – 736 с.
- 17) Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Часть II. Динамика. – М.: Высшая школа, 1977. – 532 с.
- 18) Яблонский А.А., Норейко С. С. Курс теории колебаний. – М.: Высшая школа, 1975. – 256 с.
- 19) Яблонский А.А., Норейко С. С. и др. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. – М.: Высшая школа, 1985. – 367 с.

Интернет – ресурсы

1. Библиотека КБГУ: <http://lib.kbsu.ru/ElectronicResources/ElectronicCatalog.aspx>
2. Справочно-информационная система «Гарант»: <http://www.garant.ru/products/ipo/portal/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
5. 9). Сайт кафедры теоретической и прикладной механики в Интернете: <http://kafedratpm.ucoz.ru>
6. Электронная почта кафедры: E-mail: kafedratpmkbsu@mail.ru.
7. Электронная библиотека Рунета: <http://bookfi.org/>
8. Сайт в Интернете: http://window.edu.ru/window_catalog/
9. Сайт в Интернете: <http://vuz.exponenta.ru>
10. Сайт в Интернете: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

к современным профессиональным базам данных:

№	Наименование	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
---	--------------	------------------------	-------------	-----------------

п/п	электронного ресурса			
	ЭБД РГБ	Электронные версии 885898 полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	http://www.diss.ru l.ru	Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113)
	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http://www.isiknowledge.com/	Доступ по IP-адресам КБГУ
	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая <ul style="list-style-type: none"> • 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); • 6,8 млн. докладов из трудов конференций 	http://www.scopus.com	Доступ по IP-адресам КБГУ
	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	Полный доступ
	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения лекционных и с практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. По дисциплине имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения знаний по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для аспирантов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий аспиранту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию аспиранта зачет проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Лист изменений (дополнений)
в рабочей программе дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 08.06.01 Техника и технология строительства
код и наименование

Профиль, специализация: 05.23.17 Строительная механика

Дисциплина (модуль): Теория колебаний механических систем

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

Строительных конструкции и механики

Протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____