

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 30.04.2025 14:54:16
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«12» февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки
15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программ магистратуры
Обеспечение работоспособности машин, конструкций и технических устройств

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **Механики**

Санкт-Петербург

2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины.....	07
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	09
4.5. Самостоятельная работа обучающихся	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	16

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-2 Способен проектировать элементы конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости и долговечности	ПК-2.3 Методы снижения негативного влияния вибраций на работоспособность оборудования и технических устройств	Знать: факторы негативного влияния вибраций на работоспособность оборудования и технических устройств (ЗН-1). Уметь: сформулировать цель научного исследования и предложить методы её достижения, оценить значимость результатов (У-1); применять физико-математический аппарат для расчета характеристик прочности, устойчивости и долговечности и оценивать погрешность выполняемых вычислений (У-2).
ПК-3 Способен оценивать работоспособность оборудования в условиях переменных во времени нагрузок	ПК-3.3 Расчеты на усталость элементов оборудования в условиях колебаний с различными амплитудами	Знать: решения типовых задач в области расчетов на усталость элементов оборудования в условиях колебаний с различными амплитудами (ЗН-2). Уметь: упростить расчетную схему, проанализировать точность расчета и оценить временные ресурсы, необходимые для решения поставленной задачи (У-3). Владеть: методами оценки адекватности математических моделей и методами поиска известных экспериментальных данных, необходимыми для решения соответствующих задач (Н-1).
ПК-5 Способен планировать отдельные этапы научно-исследовательских работ, участвовать в проведении экспериментов на действующих машинах и экспериментальных	ПК- 5.1. Оценка влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования	Знать: основы математических методов оценки влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования (ЗН-3). Уметь: использовать современные компьютерные программы и выполнять анализ исследуемых процессов (У-4).

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований		Владеть: методами решения поставленной задачи на основе аналогии с решениями известных задач из смежных отраслей (Н-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Малые колебания механических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (для направления 15.04.02) и изучается на 1 курсе во 2-м семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на общеобразовательные дисциплины по физике, математике и специальную дисциплину «Аналитическая динамика и теория колебаний»

Целью курса является получение студентами знаний о принципах, заложенных при расчете механических систем на колебательные воздействия, и умений рассчитывать собственные частоты колебаний элементов конструкций, машин, приборов и аппаратуры, что позволяет им научиться:

а) осуществлять отстройку режимов работы конструкций от резонансов для сохранения работоспособности конструкций;

б) определять амплитуды и формы колебаний конструкций для оценки в них напряжений и сохранении их прочностных характеристик;

в) проектировать технические устройства (электрические, механические и другие), элементы аппаратов и оборудования на резонансные режимы работы, позволяющие получать новые эффекты при работе устройств (снижать энергопотребление, интенсифицировать технологические процессы или усовершенствовать оборудование).

Компетенции, приобретенные в результате освоения дисциплины, будут использованы магистрантами при подготовке, выполнении и защите квалификационной работы, при выполнении НИР и решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических и организационно-управленческих задач в будущей профессиональной деятельности.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	5 / 180
Контактная работа с преподавателем:	88
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	48
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	48(2)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	92
Формы текущего контроля	Индивидуальные задания
Форма промежуточной аттестации	зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п./п.	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции/	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Продольные колебания стержней	18	16	-	30	ПК-2, ПК-3, ПК-5	ПК-2.3 ПК-3.3, ПК-5.1
2	Изгибные колебания стержней	6	12	-	24	ПК-2, ПК-3, ПК-5	ПК-2.3 ПК-3.3, ПК-5.1
3	Численные и приближенные методы определения частот и форм свободных колебаний систем	8	20	-	38	ПК-2, ПК-5	ПК-2.3 ПК-5.1
ИТОГО:		32	48	-	92		

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Продольные колебания стержней	18	
1.1	Продольные колебания стержня: волновое уравнение. Вывод уравнения колебаний с использованием уравнения Ньютона. Учет граничных условий	2	Лекция-беседа
1.2	Собственные частоты и формы продольных колебаний стержней постоянного сечения. Ортогональность собственных форм колебаний Примеры определения собственных частот и форм колебаний стержня при различных условиях закрепления торцов	2	Лекция-беседа
1.3	Собственные частоты и формы продольных колебаний стержня с массой на конце	2	Лекция-беседа
1.4	Учёт сосредоточенных инерционных элементов	2	Лекция-беседа
1.5	Учёт сосредоточенных упругих элементов	2	Лекция-беседа
1.6	Вынужденные продольные колебания стержня под действием продольных сил. Решение в виде ряда по формам свободных колебаний	2	Лекция-беседа
1.7	Учет сил сопротивлений при продольных колебаниях стержня	2	Лекция-беседа
1.8	Построение общего решения для свободных колебаний	2	Лекция-беседа
1.9	Вынужденные колебания стержня под действием гармонических сил	2	Лекция-беседа
2	Изгибные колебания стержней	6	
2.1	Дифференциальные уравнения изгибных колебаний стержня. Граничные и начальные условия	2	Лекция-беседа
2.2	Собственные частоты и формы изгибных колебаний стержня. Ортогональность форм колебаний	2	Лекция-беседа
2.3	Вынужденные изгибные колебания стержня. Решение в виде ряда по формам свободных колебаний	2	Лекция-беседа
3	Численные и приближенные методы определения частот и форм свободных колебаний систем	8	
3.1	Методы приближенного определения собственных частот колебаний многомассовых систем с использованием теории матриц. Матрица отражений. QL-алгоритм	2	Лекция-беседа
3.2	Формула Рэлея	2	Лекция-беседа
3.3	Метод Рэлея-Ритца	2	Лекция-беседа
3.4	Метод конечных элементов	2	Лекция-беседа

4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
1	Продольные колебания стержней	16	
1.2	Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержней постоянного сечения при различных условиях закрепления торцов.	4	Разбор конкретных ситуаций
1.2	Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержней постоянного сечения при различных условиях закрепления торцов. Выдача расчетных заданий на определение собственных частот и форм колебаний стержней аналитическим и численным методами.	2	Вычислительный расчет в программном комплексе Ansys Mechanical, доклад о полученных результатах
1.3-1.5	Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержня с инерционными и упругими элементами	4	Разбор конкретных ситуаций
1.3-1.5	Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержня с инерционными и упругими элементами. Выдача расчетных заданий на определение собственных частот и форм колебаний стержней с упругим и инерционным элементами аналитическим и численным методами.	2	Вычислительный расчет в программном комплексе Ansys Mechanical, доклад о полученных результатах
1.6, 1.9	Определение перемещений при вынужденных продольных колебаниях стержней	2	Разбор конкретных ситуаций
1.6, 1.9	Определение перемещений при вынужденных продольных колебаниях стержней. Выдача расчетных заданий на определение перемещений при вынужденных продольных колебаниях стержней аналитическим и численным методами.	2	Вычислительный расчет в программном комплексе Ansys Mechanical, доклад о полученных результатах
2	Изгибные колебания стержней	12	
2.1-2.2	Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержня при различных условиях закрепления.	4	Разбор конкретных ситуаций
2.1-2.2	Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержня при различных условиях закрепления. Выдача расчетных заданий на определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержня при различных условиях закрепления аналитическим и численным методами.	2	Вычислительный расчет в программном комплексе Ansys Mechanical, доклад о полученных результатах

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
2.3	Определение перемещений в задаче о вынужденных изгибных колебания стержня при различных начальных и граничных условиях	4	Разбор конкретных ситуаций
2.3	Определение перемещений в задаче об изгибных колебаниях стержня при различных начальных и граничных условиях численным методом. Выдача расчетных заданий на определение перемещений в задаче об изгибных колебаниях стержня аналитическим и численным методами	2	Вычислительный расчет в программном комплексе Ansys Mechanical, доклад о полученных результатах
3	Численные и приближенные методы определения частот и форм свободных колебаний систем	20	
3.1	Применение методов приближенного определения собственных частот продольных колебаний стержня (QL-алгоритм, использование матрицы отражений)	2	Разбор конкретных ситуаций
3.2	Определение собственных частот и продольных колебаний стержня с использованием формулы Рэлея (аналитически и численным методом с составлением программы)	6	Практическое занятие; Вычислительный расчет с использованием программы MatLab, доклад о полученных результатах
3.3	Определение собственных частот и продольных колебаний стержня с использованием метода Рэлея-Ритца (аналитически и численным методом с составлением программы)	6	Разбор конкретных ситуаций Вычислительный расчет с использованием программы MatLab, доклад о полученных результатах
3.4	Определение собственных частот и продольных колебаний стержня с использованием метода конечных элементов (МКЭ) (аналитически и численным методом с составлением программы). Выдача расчетных заданий на определение собственных частот и продольных колебаний стержня аналитическим и численным методами (с использованием формулы Рэлея, метода Рэлея-Ритца, МКЭ).	6	Разбор конкретных ситуаций Вычислительный расчет с использованием программы MatLab, доклад о полученных результатах

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Продольные колебания стержней	30	
1.2	Выдача расчетных заданий на определение собственных частот и форм колебаний стержней аналитическим и численным методами	10	отчет по выполненным заданиям и его защита
1.3-1.5	Выдача расчетных заданий на определение собственных частот и форм колебаний стержней с упругим и инерционным элементами аналитическим и численным методами.	10	
1.6,1.9	Выдача расчетных заданий на Определение перемещений при вынужденных продольных колебаниях стержней аналитическим и численным методами.	10	
2	Изгибные колебания стержней	24	
2.1	Определение частот и форм свободных изгибных колебаний стержней при различных условиях закрепления аналитическим и численным методами.	12	отчет по выполненным заданиям и его защита
2.2	Определение перемещений в задаче о вынужденных изгибных колебания стержня при различных начальных и граничных условиях	12	
3	Приближенные и численные методы определения частот и форм свободных колебаний механических систем	38	
3.2-3.4	Определение собственных частот и продольных колебаний стержня аналитическим и численным методами (с использованием формулы Рэлея, метода Рэлея-Ритца, МКЭ).	38	отчет по выполненным заданиям и его защита

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.spbti.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме выступлений на семинарских занятиях с докладом на выбранную студентами тему как индивидуально, так и в составе малых групп, проверки индивидуальных заданий на практических занятиях.

Примеры тем докладов по результатам индивидуальных заданий.

1. Определение собственных частот и форм продольных колебаний стержней постоянного сечения при различных условиях закрепления торцов.
2. Определение перемещений при вынужденных продольных колебаниях стержней.
3. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний стержня при различных условиях закрепления.
4. Определение собственных частот и продольных колебаний стержня с использованием формулы Рэлея.
5. Определение собственных частот и продольных колебаний стержня с использованием метода конечных элементов.
6. Приближенные и численные методы определения частот и форм свободных колебаний механических систем.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Результаты зачета включаются в приложение к диплому.

Примеры вопросов, предлагаемых на зачете:

1. Собственные частоты и формы продольных колебаний стержней постоянного сечения.
2. Метод Рэлея-Ритца.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – «зачтено».

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Прочность. Устойчивость. Колебания : справочник : в 3 т. / под общ. ред. И. А. Биргера и Я. Г. Пановко. - Москва : Машиностроение, 1968. – 3 т.
2. Бутенин, Н. В. Теория колебаний : учеб. пособие для студентов машиностроит., электротехн. и строит. специальностей вузов. – Москва : Высш. школа, 1963. – 187 с.
3. Бидерман, В.Л. Теория механических колебаний : Учебник для вузов по спец. "Динамика и прочность машин". - Москва : Высш. школа, 1980. - 408 с.
4. Мандельштам, Л.И. Лекции по теории колебаний / акад. Л. И. Мандельштам. - Москва: Наука, 1972. - 417 с.
5. Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко ; перераб. Д. Х. Янгом, пер. с англ. Я. Г. Пановко с 3-го американского изд. - Изд. 2-е, стер. - Москва: URSS : КомКнига, 2006. - 439 с. – ISBN 5-484-00599-X.
6. Вибрации в технике: справочник : в 6 т. / под ред. акад. К. В. Фролова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Машиностроение, 1995.
7. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - Изд. 2-е, испр. - Москва: Едиториал УРСС, 2004. - 269 с.
8. Мэтьюз, Джон Г. Численные методы: Использование MATLAB / Джон Г. Мэтьюз, Куртис Д. Финк; под ред. Ю.В. Козаченко; пер. с англ. Л.Ф. Козаченко. - 3. изд. Вильямс, 2001. - 713 с. ISBN 5-8459-0162-6.
9. Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг: учебное пособие / П. А. Пегин, В. С. Сизиков; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. - СПб. 2019. - 65 с. - ISBN 978-5-9227-0957-6.

10. Beards C. Structural vibration: analysis and damping. Elsevier, 1996. – 287 p.

б) электронные издания:

1. Гусев, А.Ф. Прикладная теория колебаний: учебное пособие / А.Ф. Гусев, М.В. Новоселова. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2017 160 с. URL: <https://lib.madi.ru/fel/fel1/fel17E439.pdf> (дата обращения: 13.02.2025). - Режим доступа: свободный.
2. Сковорцов, Ю.В. Использование МКЭ-пакета ANSYS для решения задач механики деформируемого твёрдого тела [Электронный ресурс] : интерактивное. мультимедийное. пособие / Ю. В. Сковорцов, С. В. Глушков; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (Нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (9,1 Мб). – Самара, 2011. – 16 с. - URL: <https://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Ispolzovanie-MKEpaketa-ANSYS-dlya-resheniya-zadach-mehaniki-deformiruemogo-tverdogo-tela-Elektronnyi-resurs-interaktiv-multimed-posobie-72697/1/Сковорцов%20Ю.В.%20Использование%20МКЭ-пакета.pdf> (дата обращения: 14.02.2025). - Режим доступа: свободный.
3. Леонтьев, Н.В. Применение системы ANSYS к решению задач модального и гармонического анализа. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006. – 101 с. - URL: https://edu.advengineering.ru/pluginfile.php/1/block_exalib/item_file/2/Леонтьев%20Н.В.%20Применение%20системы%20ANSYS%20к%20решени%20задач%20модально%20и%20гармонического%20анализа.pdf (дата обращения: 14.02.2025). - Режим доступа: свободный.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.spbti.ru
 2. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки)
 3. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»
 4. Научная электронная библиотека периодических изданий eLIBRARY. - www.elibrary.ru
 5. Информационно-поисковая система Федерального института промышленной собственности - <http://www1.fips.ru/>
 6. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). - <http://www.altshuller.ru>
 7. Черный А.А. Основы изобретательства и научных исследований: Учебное пособие./ А.А.Черный.- Пенза: Изд-во ПГУ, 2010.- 253 с. (<http://window.edu.ru/resource/646/72646>)
 8. Кокшарова, Т.Е. Основы научных исследований: Учебно-методическое пособие./ Т.Е.Кокшарова.- Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2007.- 111 с. (<http://window.edu.ru/resource/565/48565>)
 9. КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу. - www.consultant.ru -
 10. База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier. - www.scopus.com; WoS издательства Thompson Scientific.
 11. Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group). - <http://www.nature.com>
 12. Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS)). – <http://www.sciencemag.org>
- Интернет-ресурсы для проведения поиска в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 039-2013. Магистратура. Общие требования. /СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования. / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 16 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

В ходе лекционных занятий магистранту необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы библиотеки.

Для работы на практических занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце первого семестра в виде зачета в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты зачета включаются в приложение к диплому.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеоматериалов;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС;
- выполнение вычислительных практических работ с использованием современных программных комплексов конечно-элементного анализа и выполнения вычислительных расчетов по мат. статистике.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

Вычислительные расчеты (расчетные задания и самостоятельная работа студентов):

программный комплекс MatLab

комплекс КЭ анализа Ansys Mechanical

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-поисковая система <https://pmi.ru/infosystem/>
2. База данных ГПНТБ СО РАН
3. База ГОСТов <http://gost-load.ru>
4. Российская поисковая система научных публикаций <http://elibrary.ru>
5. Англоязычная поисковая система научных публикаций <http://springer.com>

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 12 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа - проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации
по дисциплине «Малые колебания механических систем»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	Способен проектировать элементы конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости и долговечности	промежуточный
ПК-3	Способен оценивать работоспособность оборудования в условиях переменных во времени нагрузок	промежуточный
ПК-5	Способен планировать отдельные этапы научно-исследовательских работ, участвовать в проведении экспериментов на действующих машинах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)	
			«не зачтено»	«зачтено»
ПК-2.3. Методы снижения негативного влияния вибраций на работоспособность оборудования и технических устройств	Знает факторы негативного влияния вибраций на работоспособность оборудования и технических устройств (ЗН-1)	Ответы на вопросы №1-14 к зачету	Не способен пояснить алгоритмы и методики, используемые при расчетах собственных частот, форм и перемещений стержней при колебаниях и их влияние на работоспособность оборудования	Способен пояснить алгоритмы и методики, используемые при расчетах собственных частот, форм и перемещений стержней при колебаниях и их влияние на работоспособность оборудования
	Умеет сформулировать цель научного исследования и предложить методы её достижения, оценить значимость результатов (У-1)	Отчет к вычислительным расчетным заданиям по темам 1.2, 1.3-1.5, 1.6-1.9	Не способен сформулировать цель научного исследования и предложить методы её достижения	Способен сформулировать цель научного исследования и предложить методы её достижения
	Умеет применять физико-математический аппарат для расчета характеристик прочности, устойчивости и долговечности и оценивать погрешность выполняемых вычислений (У-2)	Отчет к вычислительным расчетным заданиям по темам 2.1-2.2, 2.3, 3.1-3.4	Не умеет при постановке задачи исследования собственных частот, форм и перемещений стержней при колебаниях составить уравнения движения и соотнести их с элементами моделей, используемыми в современных программных вычислительных комплексах; слабые навыки работы в	Умеет при постановке задачи исследования собственных частот, форм и перемещений стержней при колебаниях составить уравнения движения и соотнести их с элементами моделей, используемыми в современных программных вычислительных комплексах

			современных вычислительных комплексах	
ПК-3.3. Расчеты на усталость элементов оборудования в условиях колебаний с различными амплитудами	Умеет упростить расчетную схему, проанализировать точность расчета и оценить временные ресурсы, необходимые для решения поставленной задачи (У-3)	Отчет к вычислительным расчетным заданиям по темам 1.2, 1.3-1.5, 1.6-1.9	Не умеет составлять расчетную схему к типовым задачам по теории колебаний	Умеет составлять расчетную схему к типовым задачам по теории колебаний
	Знает решения типовых задач в области расчетов на усталость элементов оборудования в условиях колебаний с различными амплитудами (ЗН-2)	Отчет к вычислительным расчетным заданиям по темам 2.1-2.2, 2.3	Не знает основных методов решения задач на усталость элементов оборудования в условиях колебаний	Знает основные методы решения задач на усталость элементов оборудования в условиях колебаний
	Владеет методами оценки адекватности математических моделей и методами поиска известных экспериментальных данных, необходимыми для решения соответствующих задач (Н-1)	Отчет к вычислительным расчетным заданиям по темам 3.1-3.4	Не владеет методами оценки адекватности математических моделей	Владеет методами оценки адекватности математических моделей и методами поиска известных экспериментальных данных, необходимыми для решения соответствующих задач
ПК-5.1 Оценка влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования	Знает основы математических методов оценки влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования (ЗН-3)	Ответы на вопросы № 15-26 к зачету	Не знает основных математических методов оценки влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования	Знает основные методы оценки влияния вибраций на надежность и долговечность оборудования

	Умеет использовать современные компьютерные программы и выполнять анализ вибрационных процессов (У-4)		Не умеет использовать современные компьютерные программы и выполнять анализ вибрационных процессов с их помощью	Умеет использовать современные компьютерные программы и выполнять анализ вибрационных процессов с их помощью
	Владеет методами решения поставленной задачи на основе аналогии с решениями известных задач из смежных отраслей (Н-2)		Не владеет методами решения поставленной задачи на основе аналогии с решениями известных задач из смежных отраслей	Владеет методами решения поставленной задачи на основе аналогии с решениями известных задач из смежных отраслей

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме **зачета**. Критерии оценивания – «**зачтено**», «**не зачтено**» приведены в таблице 2.

Оценка «зачтено» выставляется, если ответ студента отличается последовательностью, логикой изложения, учащийся демонстрирует глубину владения представленным материалом, ответы формулируются аргументировано, обосновывается собственная позиция в проблемных ситуациях.

Оценка «не зачтено» ставится, если ответ студента не передает содержание проблемы, не демонстрирует умение выделять главное, существенное, ответ носит краткий, неглубокий, поверхностный характер.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Какие функции отображают собственные формы колебаний стержней?
2. В чем заключается алгоритм построения матрицы отражений?
3. Какая должна быть мнимая часть у собственных чисел механической системы с демпфированием, чтобы собственные колебания были затухающими?
4. В чем отличие явного метода Эйлера интегрирования уравнений движения колебательной системы от неявного?
5. Для каких систем более примени метод трапеций, а для каких – метод средней точки?
6. Записать уравнение свободных изгибных колебаний стержней и пояснить значение каждого его корня.
7. В чем аналогия между уравнением продольных колебаний стержней и поперечных колебаний струн? Какой физический смысл множителей в обоих уравнениях?
8. Как условия закрепления балок влияют на величину первой частоты свободных колебаний стержня?
9. Как инерционный и упругий элемент на торце балки влияет на частоту ее свободных продольных колебаний?
10. Записать граничные условия для продольных колебаний стержня (закрепление в виде заделки, шарнира, свободного края).
11. Пояснить метод определения собственных частот свободных колебаний стержней с использованием формулы Рэлея.
12. Выразить продольную силу в задаче о продольных колебаниях стержня через функцию перемещений.
13. Записать деформации через перемещения в задаче о продольных колебаниях стержня.
14. В чем заключается метод гармонического баланса при исследовании вынужденных колебаний систем?
15. Какие значения собственных частот колебаний дают формулы Рэлея и Донкерли – заниженные или завышенные?
16. В чем заключается способ замены распределенных параметров стержней сосредоточенными массами? Сколько собственных частот можно определить при применении метода?
17. Что такое динамический коэффициент режима работы стержня?
18. Соотнести параметры, входящие в формулы для свободных продольных и крутильных колебаний стержней.
19. В чем заключается метод последовательных приближений, применяемый для расчета собственных частот колебаний стержней?
20. В чем заключается QL-алгоритм поиска собственных частот колебаний стержней?
21. Что представляют собой функции Крылова? Какие у них достоинства при решении задачи об определении частот свободных изгибных колебаний стержней?
22. Пояснить алгоритм метода конечных элементов в задаче о колебаниях стержней.
23. Привести вывод уравнения продольных колебаний стержней с помощью уравнения Ньютона.
24. Записать граничные условия для задачи о продольных колебаниях стержня с упругим элементом на конце.
25. Чем отличаются симметричные формы колебаний стержня от антисимметричных?
26. Выразить общее решение задачи о вынужденных колебаниях стержней через формы собственных колебаний.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.