

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
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
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. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины ..	08
4.3. Занятия лекционного типа.....	09
4.4. Практические занятия.....	11
4.5. Самостоятельная работа.....	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	14
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	14
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	15
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	16
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	17
10.1. Информационные технологии.....	17
10.2. Программное обеспечение.....	17
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	17
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	18
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	18
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	19

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования	ОПК-1.2. Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	Знать: знать основные фундаментальные законы наук, лежащих в основе машиностроения (ЗН-1); Уметь: выбирать фундаментальные законы, описывающие конкретный изучаемый процесс или явление (У-1); Знать: основные принципы и правила математического моделирования изучаемых процессов и явлений (ЗН-2); Уметь: выбирать и обосновывать граничные и начальные условия математических моделей (У-2).
ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса	ОПК-2.3. Использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности.	Уметь: формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (У-3).
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ОПК-5.1. Постановка задач математического описания эволюции элементов оборудования при его эксплуатации ОПК-5.2. Моделирование типовых технологических процессов химической технологии ОПК-5.3. Типовые методы решения задач механики	Знать: аналитические и численные методы и алгоритмы определения параметров проектируемого технологического оборудования в результате математического моделирования узлов машин и механизмов и оптимизации параметров (ЗН-3) Владеть: навыками аналитического и численного моделирования проектируемых узлов машин и механизмов, оптимизации параметров проектируемого оборудования с применением современного программного обеспечения (Н-1)
ОПК-13 Способен разрабатывать и	ОПК-13.2. Постановка задач	Знать: современные цифровые программы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности	испытания работоспособности отдельных единиц технологического оборудования	проектирования технологических машин и оборудования, позволяющие оценивать результаты испытания работоспособности оборудования (ЗН-4)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое и компьютерное моделирование механических систем» относится к обязательной части Б1.О.07 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (для направления подготовки 15.04.02) и изучается в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на общеобразовательные дисциплины по физике, математике и химии и специальные дисциплины «Аналитическая динамика и теория колебаний», «Сопротивление материалов», «Вычислительная механика», «Теоретическая механика», «Теория упругости», «Детали машин и основы конструирования».

Компетенции, приобретенные в результате освоения дисциплины, будут использованы магистрантами при подготовке, выполнении и защите квалификационной работы, при 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)	4 / 144
Контактная работа с преподавателем:	72
занятия лекционного типа	34
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	34
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	72
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, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции/
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Метод конечных элементов (МКЭ): определения, основные понятия, порядок решения задач	2	-	-	-	ОПК-1
2	Расчет плоских стержневых систем	2	-	2	4	ОПК-5; ОПК-13
3	Расчет изгиба балок	2	-	2	4	ОПК-5; ОПК-13
4	Расчет плоского напряженно- деформированного состояния пластинок	4	-	4	6	ОПК-5; ОПК-13
5	Кручение призматических стержней	4	-	2	6	ОПК-5; ОПК-13
5	Определение эффективных упругих характеристик волокнистых композитов со сложной микроструктурой	2	-	4	6	ОПК-5; ОПК-13
6	Расчет собственных частот и форм колебаний упругих профилей	2	-	4	6	ОПК-2; ОПК-5; ОПК-13
7	Расчет собственных частот и форм колебаний конструктивных элементов машиностроительных конструкций	4	-	4	6	ОПК-2; ОПК-5; ОПК-13
8	Определение собственных частот колебаний струн методом конечных элементов	2	-	2	10	ОПК-5; ОПК-13
9	Определение собственных частот и форм колебаний цилиндрических оболочек методом конечных элементов	4	-	4	10	ОПК-5; ОПК-13
10	Определение частот и форм собственных колебаний пластинок	2	-	2	6	ОПК-5; ОПК-13
11	Определение собственных частот колебаний плоских пластинок методом конечных элементов	4	-	4	8	ОПК-5; ОПК-13
ИТОГО:		34	-	34	72	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Метод конечных элементов (МКЭ): определения, основные понятия, порядок решения задач
2	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Расчет плоских стержневых систем
3	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Расчет изгиба балок
4	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Расчет плоского напряженно-деформированного состояния пластинок
5	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Кручение призматических стержней
6	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Определение эффективных упругих характеристик волокнистых композитов со сложной микроструктурой
7	ОПК-2.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Расчет собственных частот и форм колебаний упругих профилей
8	ОПК-2.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Расчет собственных частот и форм колебаний конструктивных элементов машиностроительных конструкций
9	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Определение собственных частот колебаний струн методом конечных элементов
10	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Определение частот и форм собственных колебаний пластинок
11	ОПК-5.1; ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-13.2	Определение собственных частот и форм колебаний цилиндрических оболочек

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Метод конечных элементов (МКЭ): определения, основные понятия, порядок решения задач Основная идея метода конечных элементов. Последовательность применения метода. Определяющие соотношения МКЭ для задач механики. Типы конечных элементов: одномерные, двумерные, трехмерные. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Осесимметричное напряженное состояние. Свойства конечного элемента: функция перемещений, функция деформаций, функция напряжений. Сходимость метода. Реализация МКЭ на ЭВМ.	4	Лекция (с презентацией)
2	Расчет плоских стержневых систем Определяющие соотношения МКЭ для двумерной задачи расчета напряженно-деформированного состояния стержня. Векторы напряжений, внутренних усилий и деформаций. Матрицы жёсткости конечного элемента. Матрица направляющих косинусов. Пример расчета плоской стержневой системы.	2	Лекция
3	Расчет изгиба балок Понятие об изгибе. Основные зависимости при изгибе. Функция перемещений при изгибе. Векторы деформаций, напряжений и усилий. Матрица жесткости конечного элемента. Учет влияния распределенной нагрузки на величину нагрузок в узлах. Пример расчета изгиба балки.	4	Лекция
4	Расчет плоского напряженно-деформированного состояния (НДС) пластинок Понятие о плоской задаче теории упругости. Плоское напряженное и плоское деформированное состояние. Связь между деформациями и перемещениями. Связь между напряжениями и перемещениями. Функция перемещений для конечного треугольного элемента. Матрица жесткости для треугольного конечного элемента. Функция перемещений для прямоугольного конечного элемента. Пример расчета НДС пластинки.	4	Лекция
5	Кручение призматических стержней Основные зависимости сопротивления материалов при кручении. Функция перемещений для конечного элемента. Векторы деформаций, напряжений и усилий. Матрица жесткости конечного элемента. Пример кручения стержней.	4	Лекция
6	Определение эффективных упругих характеристик волокнистых композитов со сложной микроструктурой Эффективные физико-механические характеристики волокнистых композитов. Определение эффективных	2	Лекция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	модулей Юнга и коэффициентов Пуассона. Кинематико-статические и кинематические граничные условия. Определение эффективных модулей сдвига. Антиплоская деформация. Статико-температурная аналогия. Пример определения характеристик волокнистого композита.		
7	Расчет собственных частот и форм колебаний упругих профилей Матричные операции при исследовании собственных колебаний методом конечных элементов. Аналитическое решение задачи о собственных колебаниях балки. Продольные колебания балки. Поперечные колебания стержня. Пример расчета собственных колебаний составного упругого профиля.	2	Лекция
8	Расчет собственных частот и форм колебаний конструктивных элементов машиностроительных конструкций Виды конструктивных элементов, применяемых в машиностроении. Собственные частоты. Решение задачи о собственных значениях. Решение динамических задач МКЭ. Определяющие уравнения. Расчет частот и форм собственных колебаний. Расчет вынужденных установившихся колебаний.	4	Лекция
9	Определение собственных частот колебаний струн методом конечных элементов Дифференциальное уравнение поперечных колебаний струны (уравнение Даламбера). Граничные условия. Типы элементов, используемые для расчета собственных колебаний струн.	2	Лекция
10	Определение собственных частот колебаний пластинок методом конечных элементов Дифференциальные уравнения свободных поперечных колебаний прямоугольных пластинок. Краевые начальные условия. Решение уравнений собственных колебаний. Собственные частоты и формы колебаний. Свойства мод.	2	Лекция
11	Определение собственных частот и форм колебаний цилиндрических оболочек методом конечных элементов Уравнения колебаний оболочек. Теория колебаний оболочек без растяжения срединной поверхности. Цилиндрическая жесткость. Граничные условия. Конечные элементы, используемые для моделирования тонкостенных конструкций	4	Лекция

4.4. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Расчет плоских стержневых систем Пример расчета плоской стержневой системы в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/Логос	2	Демонстрация расчета на проекторе
3	Расчет изгиба балок Пример определения внутренних усилий в балке при поперечном изгибе шарнирно в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/Логос	4	Демонстрация расчета на проекторе
4	Расчет плоского напряженно-деформированного состояния пластинок Расчет напряженно-деформированного состояния прямоугольной пластинки, шарнирно опертой по двум краям, в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/Логос	4	Демонстрация расчета на проекторе
5	Кручение призматических стержней Расчет на прочность круглого ступенчатого вала в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/Логос	2	Демонстрация расчета на проекторе
6	Определение эффективных упругих характеристик волокнистых композитов со сложной микроструктурой Определение характеристик волокнистого композита в форме пластинки с круговыми отверстиями в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/Логос	4	Демонстрация расчета на проекторе
7	Расчет собственных частот и форм колебаний упругих профилей Расчет собственных частот и форм колебаний составного двутаврового профиля в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС	4	Демонстрация расчета на проекторе
8	Расчет собственных частот и форм колебаний конструктивных элементов машиностроительных конструкций Расчет частот и форм собственных колебаний двойной проушины (вилки) в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС	4	Демонстрация расчета на проекторе
9	Определение собственных частот колебаний струны методом конечных элементов Пример расчета на гармонический отклик струны в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС: расчет усилий в струне от собственного веса и предварительного натяжения; вычисление собственных частот струны; гармонический анализ от внешнего гармонического воздействия.	4	Демонстрация расчета на проекторе

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
10	Определение собственных частот колебаний пластинок методом конечных элементов Пример расчета собственных колебаний прямоугольной пластинки в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС	4	Демонстрация расчета на проекторе
11	Определение собственных частот и форм колебаний цилиндрических оболочек методом конечных элементов Пример определения собственных частот и форм колебаний жестко закрепленной цилиндрической оболочки в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС.	2	Демонстрация расчета на проекторе

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Расчет плоских стержневых систем: Выполнение индивидуального практического задания по расчету плоской стержневой системы МКЭ в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по работе и его защита	4	Отчет о выполнении задания
3	Расчет изгиба балок Выполнение индивидуального практического задания по определению напряжений и перемещений при изгибе балочной конструкции МКЭ в Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по работе и его защита	4	Отчет о выполнении задания
4	Расчет плоского напряженно-деформированного состояния пластинок Выполнение индивидуального практического задания по определению напряжений и деформаций в плоской пластинке МКЭ в Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по работе и его защита	6	Отчет о выполнении задания
5	Кручение призматических стержней Выполнение индивидуального практического задания по определению напряжений и углов закручивания вала составного сечения МКЭ в Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по работе и его защита	6	Отчет о выполнении задания
6	Определение эффективных упругих характеристик волокнистых композитов со сложной микроструктурой Выполнение индивидуального практического задания по определению эффективных упругих характеристик композита в виде плоской пластинки с отверстиями МКЭ в Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по работе и его защита	8	Отчет о выполнении задания
7	Расчет собственных частот и форм колебаний упругих профилей Выполнение индивидуального практического задания по расчету собственных частот и форм колебаний составного профиля МКЭ в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по выполненной работе и его защита	8	Отчет о выполнении задания
8	Расчет собственных частот и форм колебаний конструктивных элементов машиностроительных конструкций Выполнение индивидуального практического задания по расчету собственных частот и форм	8	Отчет о выполнении задания

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	колебаний трехмерной детали узла машиностроительной конструкции МКЭ в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по выполненной работе и его защита		
9	Определение собственных частот колебаний струны методом конечных элементов Выполнение индивидуального практического задания по расчету собственных частот и форм поперечных колебаний струны, оформление отчета по работе и его защита	10	Отчет о выполнении задания
10	Определение собственных частот колебаний пластинок методом конечных элементов Выполнение индивидуального практического задания по определению собственных частот и форм поперечных колебаний плоской четырехугольной пластинки МКЭ в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по работе и его защита	10	Отчет о выполнении задания
11	Определение собственных частот и форм колебаний цилиндрических оболочек методом конечных элементов Выполнение индивидуального практического задания по расчету собственных частот и форм колебаний цилиндрической оболочки МКЭ в программном комплексе Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС, оформление отчета по работе и его защита	8	Отчет о выполнении задания

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

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 3 семестра в виде зачета в устной форме. 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.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на зачете:

1. Формы и направления грантовой поддержки научных исследований.
2. Перечислите основные принципы организации деятельности научного коллектива.

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

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Пестриков В. М., Морозов Е. М. Механика разрушения : курс лекций / Пестриков В. М., Морозов Е. М. - СПб. : Профессия, 2012. - 550 с. - ISBN 978-5-91884-034-4.
2. Зенкевич, О. К. Метод конечных элементов в технике : Пер. с англ. / О. Зенкевич ; Под ред. Б. Е. Победри. - Москва : Мир, 1975. - 541 с.
3. Вычислительная механика деформируемого твердого тела: задачи теплопроводности и теории упругости : учебное пособие / А. И. Боровков, О. В. Антонова, В. Л. Леонтьев [и др.]. ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт прикладной математики и механики. - Санкт-Петербург : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. - 161 с.
4. Kristensen, R. M. Mechanics of composite materials, John Wiley and Sons, 1979. – 334 p.
5. Бирбраер А. Н. Экстремальные воздействия на сооружения / А. Н. Бирбраер, А. Ю. Роледер. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 594 с.
6. Наумова Н. В., Иванов Д. Н. Исследование статических деформаций, колебаний и устойчивости конструкций в пакете ANSYS. Учебное пособие. Санкт-Петербург, Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007. – 58 с.
7. Овчаренко, В. А. Расчет задач машиностроения методом конечных элементов Текст / В. А. Овчаренко. Краматорск: ДГМА, 2004. - 128 с.
8. Прочность, устойчивость, колебания – Справочник в трех томах / Под ред. И.А. Пановко. – Москва : Машиностроение, 1968.
9. 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.
10. 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.
11. Смирнов А. С. Продольные колебания стержней : учеб. пособие / А. С. Смирнов. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 370 с.

б) электронные издания:

1. Скворцов, Ю.В. Использование МКЭ-пакета ANSYS для решения задач механики деформируемого твёрдого тела [Электронный ресурс] : интерактивное. мультимедийное. пособие / Ю. В. Скворцов, 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://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 23.01.2025). - Режим доступа: свободный.

2. 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%20решению%20задач%20модального%20и%20гармонического%20анализа.pdf (дата обращения: 23.01.2025). - Режим доступа: свободный.

3. Сборник руководств программы ANSYS. Уфа. – 399 с. - URL: https://vestnik.bsau.ru/netcat_files/File/CIT/manuals/ANSYS.pdf (дата обращения: 23.01.2025). - Режим доступа: свободный.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.technolog.edu.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 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.
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 сети Интернет.

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 третьего семестра в виде зачета в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты зачета включаются в приложение к диплому.

Примеры вопросов к зачету:

1. Общий вид уравнения метода конечных элементов, выраженное через матрицу жесткости.
2. Какие способы графического изображения предусмотрены в программе ANSYS?

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.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

Программа КЭ инженерного анализа

Ansys Mechanical APDL или Логос Прочность

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 20 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть, а также лаборатория, оснащенная специальным оборудованием.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 "Математическое и компьютерное моделирование механических
систем"**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования	промежуточный
ОПК-2	Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса	промежуточный
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	промежуточный
ОПК-13	Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса	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»
ОПК-1.1. Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Знает: основные фундаментальные законы наук, лежащих в основе машиностроения (ЗН-1);	Ответы на вопросы к зачету 1-6	Не понимает фундаментальные законы механики твердого тела и теории колебания, управляющие поведением конструкции	Понимает фундаментальные законы механики твердого тела и теории колебания, управляющие поведением конструкции
	Умеет: выбирать фундаментальные законы, описывающие конкретный изучаемый процесс или явление (У-1)			
ОПК-2.3. Использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности.	Умеет: формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (У-3).	Ответы на вопросы к зачету 6 -11	Отсутствие расчета, выполненного в пакете прикладного программного обеспечения Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС	Наличие расчета, выполненного в пакете прикладного программного обеспечения Ansys Mechanical APDL/ЛОГОС

ОПК-5.1. Постановка задач математического описания эволюции элементов оборудования при его эксплуатации ОПК-5.2. Моделирование типовых технологических процессов химической технологии ОПК-5.3. Типовые методы решения задач механики	Знает: аналитические и численные методы и алгоритмы определения параметров проектируемого технологического оборудования в результате математического моделирования узлов машин и механизмов и оптимизации параметров Владеет: навыками аналитического и численного моделирования проектируемых узлов машин и механизмов, оптимизации параметров проектируемого оборудования с применением современного программного обеспечения	Ответы на вопросы к зачету 11-16	Не способен выбирать численный метод, адекватный схеме конструкции и расчетной схеме Не способен оценить сходимость метода и предложить направление совершенствования расчетной модели Не умеет оптимизировать модель для повышения точности выполненного расчета	Способен выбирать численный метод, адекватный схеме конструкции и расчетной схеме Способен оценить сходимость метода и предложить направление совершенствования расчетной модели Умеет оптимизировать модель для повышения точности выполненного расчета
ОПК-13.2. Постановка задач испытания работоспособности отдельных единиц технологического оборудования	Знает: современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, позволяющие оценивать результаты испытания работоспособности оборудования (ЗН-4)	Ответы на вопросы к зачету 16-25	Отсутствие в отчете фрагментов рабочей области программы с конечно-элементной моделью, полями перемещений, напряжений и деформаций и деформированными схемами	Наличие в отчете фрагментов рабочей области программы с конечно-элементной моделью, полями перемещений, напряжений и деформаций и деформированными схемами

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. Уравнения метода конечных элементов для статической и динамической задач расчета на прочность.
2. Как называется вид матрицы, применяемой в методе конечных элементов при расчете на прочность?
3. Стержневой конечный элемент, применяемый для расчета стержня на сжатие (вид элемента, узловые уравнения)?
4. Типы объемных КЭ, применяемые при расчетах стержня на сжатие.
5. Закон Гука, применяемый для расчета элементов механических систем на прочность.
6. Как влияет количество разбиений конструкции на количество элементов и точность расчета?
7. Какие характеристики материала необходимо задать при расчете стержневой системы на растяжение?
8. Общий вид уравнения метода конечных элементов, выраженное через матрицу жесткости.
9. Для чего в методе конечных элементов используется матрица направляющих косинусов? Привести ее общую форму.
10. Как формируется общая матрица жесткости конструкции из матриц жесткости отдельных элементов?
11. Эпюра изгибающих моментов в балке в задаче изгиба
12. Как рассчитываются осредненные характеристики композитов (модуль упругости) по характеристикам отдельных элементов?
13. Уравнение метода конечных элементов для определения собственных частот колебаний динамических систем.
14. Привести граничные условия для решения задачи растяжения стержня.
15. Для чего требуются аппроксимирующие функции в задачах расчета на прочность стержней и пластинок?
16. На каких геометрических объектах можно строить регулярные сетки?
17. Какие свойства материала входят в минимальный набор, необходимый для выполнения простейшего МКЭ-расчета?

18. В каких случаях можно использовать условия симметрии конструкции?
19. Какой метод решения системы линейных алгебраических уравнений следует использовать при небольшой памяти ЭВМ?
20. Что такое Modal-анализ?
21. Чему соответствует напряжение по Мизесу?
22. Какие способы графического изображения предусмотрены в программе ANSYS?
23. В каких случаях можно использовать относительно грубую сетку?
24. Как ведут себя напряжения в области сингулярности при сгущении сетки?
25. В каких единицах следует задавать модуль упругости, если в качестве единицы длины выбираются миллиметры, а силы – ньютоны?

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.