

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФЛА  
д.т.н., профессор С.Д. Саленко  
“    ”    \_\_\_\_\_ Г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**МОДУЛЯ "Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов (модуль)" по материалам дисциплины**

**Дисциплина по выбору аспиранта: Динамика механических систем. Вычислительная механика**

Образовательная программа: 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, профиль:  
Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Динамика механических систем. Вычислительная механика приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники	з1. знать фундаментальные законы механики	Вариационный принцип Гамильтона - Остроградского Вынужденные колебания без сопротивления под действием гармонической силы. Свободное сопровождающее колебание. Биения. Резонанс Вынужденные колебания с сопротивлением под действием гармонической силы. Коэффициент динамичности. Резонансные кривые. Мощность. Система под действием произвольной возмущающей силы Вынужденные колебания систем без демпфирования под действием гармонической силы. Матрица гармонических коэффициентов влияния Кинематика колебаний. Периодические колебания - период, частота, циклическая частота, фаза. Круговая диаграмма. Фазовая плоскость. Фазовый портрет Классификация колебательных процессов - свободные колебания, вынужденные, параметрические, автоколебания Классификация колебательных систем - число степеней свободы, линейные и нелинейные системы, стационарные и нестационарные, автономные и неавтономные, консервативные системы, диссипативные, автоколебательные Колебания системы с двумя степенями свободы. Парциальные системы и частоты. Вынужденное движение под действием гармонической силы. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний Методы вычисления собственных		Экзамен, вопросы 1-31

		<p>форм и частот. Метод простых итераций Основная система уравнений движения. Прямая и обратная формы уравнений движения Построение механической модели - ограничение степеней свободы, учет сил, действующих при колебаниях Продольные и крутильные колебания прямых стержней, уравнения движения и граничные условия. Свободные крутильные колебания стержней. Условия ортогональности собственных форм Свободные колебания консервативной системы. Квадратичные формы кинетической и потенциальной энергий. Потенциальная энергия как квадратичная форма обобщенных сил. Инерционная матрица, матрицы жесткости и податливости Свободные колебания с сопротивлением. Функция рассеяния. Характеристические показатели. Анализ значений характеристических показателей. Нормальные координаты для диссипативных систем. Внешнее и внутреннее демпфирование Уравнения движения для диссипативной системы Устойчивое равновесное состояние. Линейные колебания. Энергии системы. Способы составления уравнений. Линейный осциллятор. Уравнение с вязким трением. Случай малого сопротивления. Декремент колебаний. Случай большого сопротивления Устойчивость автономных систем (по Ляпунову). Асимптотическая устойчивость. Теорема Лагранжа об устойчивости консервативных систем. Критерий Рауса-Гурвица асимптотической устойчивости Формула Рэлея. Максимиимальные свойства частот консервативной системы. Изменение частот системы при наложении связей. Теорема Рэлея о влиянии на частоты изменений масс и жесткостей</p>		
--	--	---	--	--

ОПК.1	у1. уметь применять на практике фундаментальные законы механики	<p>Исследование свободных колебаний. Собственные частоты, собственные формы, главные колебания. Свойства собственных форм. Условия ортогональности по потенциальной и кинетической энергиям. Главные (нормальные) координаты. Общий интеграл системы дифференциальных уравнений Методы вычисления собственных форм и частот. Метод простых итераций Основная система уравнений движения. Прямая и обратная формы уравнений движения Поперечные колебания пластин. Уравнение колебаний и граничные условия Поперечные колебания прямых стержней, уравнение колебаний и граничные условия. Условия ортогональности. Однородная задача для стержня постоянной жесткости Продольные и крутильные колебания прямых стержней, уравнения движения и граничные условия. Свободные крутильные колебания стержней. Условия ортогональности собственных форм Свободные колебания консервативной системы. Квадратичные формы кинетической и потенциальной энергий. Потенциальная энергия как квадратичная форма обобщенных сил. Инерционная матрица, матрицы жесткости и податливости Численные методы определения собственных частот и форм колебаний. Метод Рунге</p>	Экзамен, вопросы 1-31
ОПК.2 владение культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	у1. уметь применять современные программные продукты, используемые в научных исследованиях	<p>Аппроксимация функций. Многочлен Лагранжа с равноотстоящими узлами. Многочлен Лагранжа с оптимально выбранными узлами. Интерполяционный многочлен Ньютона. Кубические сплайны Интегральные уравнения. Сингулярные интегральные уравнения. Метод квадратур Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций и метод Зейделя Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности. Интегрирование методом Гаусса. Вычисление интеграла по площади</p>	Экзамен, вопросы 1-31

		<p>             четырехугольника и треугольника. Вычисление интеграла с бесконечными пределами Методы определения собственных чисел матрицы. Метод вращений при решении полной проблемы собственных чисел. Определение наибольшего (наименьшего) собственного числа матрицы методом итераций Методы решения нелинейных уравнений. Методы решения одного нелинейного уравнения. Методы решения системы нелинейных уравнений (метод Ньютона, метод простых итераций) Основные математические понятия курса. Элементы функционального анализа Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы решения СЛАУ. Определение числа обусловленности матрицы. Метод Гаусса. Метод квадратного корня Формула Рэлея. Максимальные свойства частот консервативной системы. Изменение частот системы при наложении связей. Теорема Рэлея о влиянии на частоты изменений масс и жесткостей Численное интегрирование. Среднеквадратичная аппроксимация. Аппроксимация на непрерывном и на дискретном множестве точек. Аппроксимация периодических функций           </p>		
<p>             ПК.1.В способность исследовать прочность и устойчивость объектов авиационной и ракетно-космической техники           </p>	<p>             з1. знать основные законы динамики конструкций           </p>	<p>             Вариационный принцип Гамильтона - Остроградского Вынужденные колебания без сопротивления под действием гармонической силы. Свободное сопровождающее колебание. Биеция. Резонанс Вынужденные колебания с сопротивлением под действием гармонической силы. Коэффициент динамичности. Резонансные кривые. Мощность. Система под действием произвольной возмущающей силы Вынужденные колебания систем без демпфирования под действием гармонической силы. Матрица гармонических коэффициентов влияния Исследование свободных колебаний. Собственные           </p>		<p>             Экзамен, вопросы 1-31           </p>

		<p>частоты, собственные формы, главные колебания. Свойства собственных форм. Условия ортогональности по потенциальной и кинетической энергиям. Главные (нормальные) координаты. Общий интеграл системы дифференциальных уравнений Кинематика колебаний. Периодические колебания - период, частота, циклическая частота, фаза. Круговая диаграмма. Фазовая плоскость. Фазовый портрет Классификация колебательных процессов - свободные колебания, вынужденные, параметрические, автоколебания Классификация колебательных систем - число степеней свободы, линейные и нелинейные системы, стационарные и нестационарные, автономные и неавтономные, консервативные системы, диссипативные, автоколебательные Колебания системы с двумя степенями свободы. Парциальные системы и частоты. Вынужденное движение под действием гармонической силы. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний Методы вычисления собственных форм и частот. Метод простых итераций Основная система уравнений движения. Прямая и обратная формы уравнений движения Поперечные колебания пластин. Уравнение колебаний и граничные условия Поперечные колебания прямых стержней, уравнение колебаний и граничные условия. Условия ортогональности. Однородная задача для стержня постоянной жесткости Построение механической модели - ограничение степеней свободы, учет сил, действующих при колебаниях Продольные и крутильные колебания прямых стержней, уравнения движения и граничные условия. Свободные крутильные колебания стержней. Условия ортогональности собственных форм Свободные колебания консервативной системы. Квадратичные формы кинетической и</p>		
--	--	---	--	--

		<p>потенциальной энергий. Потенциальная энергия как квадратичная форма обобщенных сил. Инерционная матрица, матрицы жесткости и податливости Свободные колебания с сопротивлением. Функция рассеяния. Характеристические показатели. Анализ значений характеристических показателей. Нормальные координаты для диссипативных систем. Внешнее и внутреннее демпфирование Уравнения движения для диссипативной системы Устойчивое равновесное состояние. Линейные колебания. Энергии системы. Способы составления уравнений. Линейный осциллятор. Уравнение с вязким трением. Случай малого сопротивления. Декремент колебаний. Случай большого сопротивления Устойчивость автономных систем (по Ляпунову). Асимптотическая устойчивость. Теорема Лагранжа об устойчивости консервативных систем. Критерий Рауса-Гурвица асимптотической устойчивости Формула Рэлея. Максимумы и минимумы свойства частот консервативной системы. Изменение частот системы при наложении связей. Теорема Рэлея о влиянии на частоты изменений масс и жесткостей Численные методы определения собственных частот и форм колебаний. Метод Рунге</p>		
ПК.1.В	<p>35. знать методы обеспечения динамической прочности объектов авиационной, ракетной и космической техники</p>	<p>Исследование свободных колебаний. Собственные частоты, собственные формы, главные колебания. Свойства собственных форм. Условия ортогональности по потенциальной и кинетической энергиям. Главные (нормальные) координаты. Общий интеграл системы дифференциальных уравнений Методы вычисления собственных форм и частот. Метод простых итераций Основная система уравнений движения. Прямая и обратная формы уравнений движения Поперечные колебания пластин. Уравнение колебаний и граничные</p>		Экзамен, вопросы 1-31

		<p>условия Поперечные колебания прямых стержней, уравнение колебаний и граничные условия. Условия ортогональности. Однородная задача для стержня постоянной жесткости</p> <p>Продольные и крутильные колебания прямых стержней, уравнения движения и граничные условия.</p> <p>Свободные крутильные колебания стержней. Условия ортогональности собственных форм</p> <p>Свободные колебания консервативной системы. Квадратичные формы кинетической и потенциальной энергий. Потенциальная энергия как квадратичная форма обобщенных сил. Инерционная матрица, матрицы жесткости и податливости</p> <p>Свободные колебания с сопротивлением. Функция рассеяния. Характеристические показатели. Анализ значений характеристических показателей. Нормальные координаты для диссипативных систем. Внешнее и внутреннее демпфирование</p> <p>Формула Рэлея. Максимумы и минимумы частот консервативной системы. Изменение частот системы при наложении связей. Теорема Рэлея о влиянии на частоты изменений масс и жесткостей</p> <p>Численные методы определения собственных частот и форм колебаний. Метод Рунге</p>		
ПК.1.B	у1. уметь решать прикладные задачи динамической прочности	<p>Аппроксимация функций. Многочлен Лагранжа с равноотстоящими узлами. Многочлен Лагранжа с оптимально выбранными узлами. Интерполяционный многочлен Ньютона. Кубические сплайны</p> <p>Интегральные уравнения. Сингулярные интегральные уравнения. Метод квадратур</p> <p>Исследование свободных колебаний. Собственные частоты, собственные формы, главные колебания. Свойства собственных форм. Условия ортогональности по потенциальной и кинетической энергиям. Главные (нормальные) координаты. Общий интеграл системы дифференциальных</p>		Экзамен, вопросы 1-31



		<p>уравнений Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простых итераций и метод Зейделя Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности. Интегрирование методом Гаусса. Вычисление интеграла по площади четырехугольника и треугольника. Вычисление интеграла с бесконечными пределами Методы вычисления собственных форм и частот. Метод простых итераций Методы определения собственных чисел матрицы. Метод вращений при решении полной проблемы собственных чисел. Определение наибольшего (наименьшего) собственного числа матрицы методом итераций Методы решения нелинейных уравнений. Методы решения одного нелинейного уравнения. Методы решения системы нелинейных уравнений (метод Ньютона, метод простых итераций) Основная система уравнений движения. Прямая и обратная формы уравнений движения Основные математические понятия курса. Элементы функционального анализа Поперечные колебания пластин. Уравнение колебаний и граничные условия Поперечные колебания прямых стержней, уравнение колебаний и граничные условия. Условия ортогональности. Однородная задача для стержня постоянной жесткости Продольные и крутильные колебания прямых стержней, уравнения движения и граничные условия. Свободные крутильные колебания стержней. Условия ортогональности собственных форм Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы решения СЛАУ. Определение числа обусловленности матрицы. Метод Гаусса. Метод квадратного корня Свободные колебания консервативной системы. Квадратичные формы кинетической и потенциальной энергий. Потенциальная энергия как</p>		
--	--	---	--	--

		квадратичная форма обобщенных сил. Инерционная матрица, матрицы жесткости и податливости Формула Рэлея. Максимумы и минимумы свойства частот консервативной системы. Изменение частот системы при наложении связей. Теорема Рэлея о влиянии на частоты изменений масс и жесткостей Численное интегрирование. Среднеквадратичная аппроксимация. Аппроксимация на непрерывном и на дискретном множестве точек. Аппроксимация периодических функций Численные методы определения собственных частот и форм колебаний. Метод Рунге		
--	--	---	--	--

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ПК.1.В.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ПК.1.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.