

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 "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (модуль)" по материалам  
дисциплины**

**Дисциплина по выбору аспиранта: Механика сплошных сред. Общие теоремы динамики  
механических систем**

Образовательная программа: 01.06.01 Математика и механика, профиль: Динамика,  
прочность машин, приборов и аппаратуры

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (модуль)" по материалам дисциплины Дисциплина по выбору аспиранта: Механика сплошных сред. Общие теоремы динамики механических систем 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)
ПК.1.В способность создавать научные основы и инструментальные средства проектирования новых поколений машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов	з1. знать фундаментальные законы динамики машин, приборов, аппаратуры, систем и комплексов машин и приборов	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 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 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,		Экзамен, вопросы 1-61

		<p>диссипативные, автоколебательные Колебания системы с двумя степенями свободы. Парциальные системы и частоты. Вынужденное движение под действием гармонической силы. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний 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 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.</p>		
--	--	---	--	--

		Критерий Рауса-Гурвица асимптотической устойчивости		
ПК.1.В	32. знать современные методы расчета на прочность и устойчивость машин, приборов и аппаратуры	<p>Вынужденные колебания систем без демпфирования под действием гармонической силы. Матрица гармонических коэффициентов влияния</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 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 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 Свободные колебания с сопротивлением. Функция рассеяния. Характеристические показатели. Анализ значений характеристических показателей. Нормальные координаты для диссипативных систем. Внешнее и внутреннее</p>		Экзамен, вопросы 1-61

		<p>демпфирование 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. Максимальные 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>		
<p>ПК.2.В способность создавать новые поколения машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов, обладающих качественно новыми функциональными свойствами</p>	<p>з1. знать теорию и прикладные методы анализа устойчивости равновесия и движения</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 Кинематика колебаний. Периодические колебания - период, частота, циклическая частота, фаза. Круговая диаграмма. Фазовая плоскость. Фазовый портрет Колебания системы с двумя степенями свободы. Парциальные системы и частоты. Вынужденное движение под действием гармонической силы. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний Основная система уравнений движения. Прямая и обратная формы уравнений движения 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</p>		<p>Экзамен, вопросы 1-61</p>

		<p>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 Устойчивость автономных систем (по Ляпунову). Асимптотическая устойчивость. Теорема Лагранжа об устойчивости консервативных систем. Критерий Рауса-Гурвица асимптотической устойчивости</p>		
ПК.2.В	<p>у1. уметь проводить математическое моделирование поведения технических объектов и их несущих элементов при статических, динамических, тепловых и других воздействиях</p>	<p>Колебания системы с двумя степенями свободы. Парциальные системы и частоты. Вынужденное движение под действием гармонической силы. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний Модели механики сплошных сред Свободные колебания с сопротивлением. Функция рассеяния. Характеристические показатели. Анализ значений характеристических показателей. Нормальные координаты для диссипативных систем. Внешнее и внутреннее демпфирование 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</p>		Экзамен, вопросы 1-61

ПК.3.В способность совершенствовать существующие машины, приборы, аппаратуру и технологии, обладающие повышенными эксплуатационными характеристиками, меньшей материало- и энергоемкостью	31. знать фундаментальные законы механики материалов и конструкционной прочности	<p>Вариационный принцип Гамильтона - Остроградского</p> <p>Векторы. Диады. Тензор как линейный оператор</p> <p>Инвариантность.</p> <p>Преобразование координат.</p> <p>Свойства допустимых преобразований координат</p> <p>Кинематика колебаний.</p> <p>Периодические колебания - период, частота, циклическая частота, фаза. Круговая диаграмма. Фазовая плоскость. Фазовый портрет</p> <p>Классификация колебательных процессов - свободные колебания, вынужденные, параметрические, автоколебания</p> <p>Классификация колебательных систем - число степеней свободы, линейные и нелинейные системы, стационарные и нестационарные, автономные и неавтономные, консервативные системы, диссипативные, автоколебательные</p> <p>Ковариантное дифференцирование.</p> <p>Основные дифференциальные и интегральные операции</p> <p>Криволинейные координаты.</p> <p>Ковариантные и контрвариантные компоненты вектора. Общее понятие тензора</p> <p>Метрический тензор. Дискриминантный тензор.</p> <p>Алгебра тензоров</p> <p>Модели механики сплошных сред</p> <p>Основные законы механики сплошных сред</p> <p>Основные соотношения механики сплошных сред.</p> <p>Кинематика деформируемой среды</p> <p>Тензор напряжений</p> <p>Устойчивое равновесное состояние.</p> <p>Линейные колебания. Энергии системы. Способы составления уравнений.</p> <p>Линейный осциллятор.</p> <p>Уравнение с вязким трением.</p> <p>Случай малого сопротивления. Декремент колебаний. Случай большого сопротивления</p>		Экзамен, вопросы 1-61
ПК.4.В способность обеспечивать эффективность, надежность и безопасность машин, приборов и аппаратуры на всех стадиях жизненного цикла, начиная с выбора конструктивного	31. знать теорию линейных и нелинейных колебаний	<p>Вынужденные колебания без сопротивления под действием гармонической силы.</p> <p>Свободное сопровождающее колебание. Бисения. Резонанс</p> <p>Вынужденные колебания с сопротивлением под действием гармонической силы. Коэффициент динамичности. Резонансные кривые. Мощность. Система</p>		Экзамен, вопросы 1-61

<p>решения и заканчивая решением вопроса о снятии с эксплуатации или о продлении срока службы</p>		<p>под действием произвольной возмущающей силы 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 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 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</p>		
---	--	--	--	--



		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		
--	--	---	--	--

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (модуль)" по материалам дисциплины.

Промежуточная аттестация по модулю "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, ПК.4.В.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1.В, ПК.2.В, ПК.3.В, ПК.4.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.