

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

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Нелинейные колебания авиаконструкций

Образовательная программа: 15.04.03 Прикладная механика, магистерская программа: Динамика и прочность машин

Курс: 1, семестр : 2

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	85
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	54
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	59
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.04.03 Прикладная механика

ФГОС введен в действие приказом №1490 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 16.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.04.03 Прикладная механика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Левин В. Е.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Левин В. Е.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь ориентироваться в вопросах постановки новых задач динамики и прочности конструкций	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з1. иметь представление о нелинейных колебаниях конструкций	
з13. знать основы классификации нелинейных механических систем	
з18. иметь представление о современном состоянии науки в области динамики и прочности машин	
у12. уметь применять на практике основные расчетные методы определения динамического поведения конструкций	
у8. уметь получать амплитуды колебаний машин и механических систем при гармонических, случайных и иных видах нагрузок	
Компетенция ФГОС: ПК.5 способность самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать физические и математические модели нелинейных процессов и систем	
у1. уметь выбирать параметры, режимы работы и принимать иные меры к подавлению или устранению нежелательных и опасных явлений в машинах и механических системах	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Нелинейные колебания авиаконструкций</i>	
ПК.1.у2 уметь ориентироваться в вопросах постановки новых задач динамики и прочности конструкций	
1. уметь ориентироваться в вопросах постановки новых задач динамики и прочности конструкций	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.з1 иметь представление о нелинейных колебаниях конструкций	
2. иметь представление о нелинейных колебаниях конструкций	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.з13 знать основы классификации нелинейных механических систем	
3. знать основы классификации нелинейных механических систем	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.з18 иметь представление о современном состоянии науки в области динамики и прочности машин	
4. иметь представление о современном состоянии науки в области динамики и прочности машин	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у12 уметь применять на практике основные расчетные методы определения динамического поведения конструкций	
5. уметь применять на практике основные расчетные методы определения динамического поведения конструкций	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у8 уметь получать амплитуды колебаний машин и механических систем при гармонических, случайных и иных видах нагрузок	

6. уметь получать амплитуды колебаний машин и механических систем при гармонических, случайных и иных видах нагрузок	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.5.31 знать физические и математические модели нелинейных процессов и систем	
7. знать физические и математические модели нелинейных процессов и систем	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.у1 уметь выбирать параметры, режимы работы и принимать иные меры к подавлению или устранению нежелательных и опасных явлений в машинах и механических системах	
8. уметь выбирать параметры, режимы работы и принимать иные меры к подавлению или устранению нежелательных и опасных явлений в машинах и механических системах	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 2			
Дидактическая единица: Особенности нелинейных колебаний.			
1. Научно-технические проблемы и особенности изучения нелинейных колебаний	0	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Дидактическая единица: Фазовая плоскость консервативной системы. Фазовые траектории. Сепаратрисы. Приемы построения фазовых портретов.			
2. Фазовая плоскость для консервативной системы	0	1	1, 3, 4, 7
3. Особенности фазового портрета консервативной системы. Сепаратрисы.	0	1	1, 3, 4
4. Применение свойств консервативных систем к системам неконсервативным	0	1	1, 3, 4, 6
Дидактическая единица: Траектории автономных систем. Поле траекторий около состояния равновесия. Предельный цикл.			
5. Траектории автономных систем	0	1	6, 7, 8
6. Поле траекторий около состояния равновесия	0	1	3, 5, 6
7. Предельный цикл. Несколько приемов построения и анализа фазового портрета	0	1	1, 3, 5, 7
Дидактическая единица: Разложение решений в ряды по малому параметру. Метод Крылова-Боголюбова-Митропольского. Метод Ван-дер-Поля. Принцип гармонического баланса.			
8. Теорема Пуанкаре. Понятие о малом параметре. Разложение решений в ряды по малому параметру	0	1	1, 3, 5, 8
9. Метод Крылова-Боголюбова-Митропольского. Автономная система	0	1	1, 4, 5, 8
10. Метод Ван-дер-Поля. Эквивалентная линеаризация	0	2	1, 3, 5, 7
11. Метод Крылова-Боголюбова-Митропольского. Неавтономная система	0	1	1, 3, 4, 5, 7
12. Принцип гармонического баланса	0	2	1, 3, 5, 8
Дидактическая единица: Устойчивость стационарных режимов. Теория Флоке.			
13. Устойчивость стационарных режимов	0	1	1, 3, 5, 8

14. Теория Флоке	0	1	1, 3, 4, 5
Дидактическая единица: Хаотическая динамика. Аттракторы и странные аттракторы.			
15. Введение в хаотическую динамику. Аттракторы и странные аттракторы. Численный подход к решению задач движения динамических систем.	0	2	1, 3, 4, 6

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Фазовая плоскость консервативной системы. Фазовые траектории. Сепаратрисы. Приемы построения фазовых портретов.				
1. Примеры консервативных систем. Примеры фазового портрета консервативных систем.	0	6	1, 3	Приобретает навыки составления уравнений консервативных систем и навыки представления консервативных систем на фазовой плоскости.
2. Колебания осциллятора с люфтом.	0	6	1, 3, 4, 8	Получает представление о поведении авиаконструкции с типичной нелинейностью.
Дидактическая единица: Траектории автономных систем. Поле траекторий около состояния равновесия. Предельный цикл.				
3. Нелинейный осциллятор с квадратичным сопротивлением.	0	6	1, 3, 7	Приобретает навыки расчета и анализа конкретной системы.
4. Система Рэля. Релаксационные колебания.	0	6	3, 4, 5	Приобретает навыки анализа системы с большой нелинейностью.
Дидактическая единица: Разложение решений в ряды по малому параметру. Метод Крылова-Боголюбова- Митропольского. Метод Ван-дер-Поля. Принцип гармонического баланса.				
6. Примеры введения малого параметра.	0	6	1, 3, 8	Приобретает навыки введения малого параметра в нелинейные уравнения.
7. Гармоническая линеаризация. Примеры.	0	6	1, 3, 4, 7	Приобретает навыки применения гармонической линеаризации.
8. Система Ван- дер- Поля, система Дуффинга.	0	6	1, 3, 8	Самостоятельно анализирует возможные режимы в системах Ван- дер- Поля и Дуффинга
Дидактическая единица: Устойчивость стационарных режимов. Теория Флоке.				
5. Синхронное вращение математического маятника.	0	6	1, 4, 5	Расширяет представление о синхронном режиме и способах его анализа.
9. Составление уравнений параметрических колебаний. Расчет границ главного и побочных резонансов для уравнения Матье	0	6	1, 3, 4, 7	Приобретает навыки составления уравнений движения при параметрическом возбуждении и самостоятельно ищет границы параметрических резонансов для уравнения Матье.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ	3, 5, 6, 7, 8	49	11
: Лампер Р. Е. Введение в теорию нелинейных колебаний авиаконструкций. - М., 1985. - 88 с. : ил.				
2	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	10	0
: Лампер Р. Е. Введение в теорию нелинейных колебаний авиаконструкций. - М., 1985. - 88 с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	e-mail; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; Портал НГТУ; ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 2	
<i>РГЗ:</i>	60
<i>Экзамен:</i>	40
Контролирующие материалы - список вопросов	

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ПК.1	у2. уметь ориентироваться в вопросах постановки новых задач динамики и прочности конструкций		+
ПК.2	з1. иметь представление о нелинейных колебаниях конструкций		+
	з13. знать основы классификации нелинейных механических систем		+

	з18. иметь представление о современном состоянии науки в области динамики и прочности машин		+
	у12. уметь применять на практике основные расчетные методы определения динамического поведения конструкций	+	+
	у8. уметь получать амплитуды колебаний машин и механических систем при гармонических, случайных и иных видах нагрузок	+	+
ПК.5	з1. знать физические и математические модели нелинейных процессов и систем		+
	у1. уметь выбирать параметры, режимы работы и принимать иные меры к подавлению или устранению нежелательных и опасных явлений в машинах и механических системах	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Трубецков Д. И. Введение в синергетику: хаос и структуры : учебник / Д. И. Трубецков. - М., 2010
2. Кузнецов А. П. Нелинейные колебания : учебное пособие для вузов / А. П. Кузнецов, С. П. Кузнецов, Н. М. Рыскин. - М., 2005. - 292 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Шклярчук Ф. Н. Нелинейные и параметрические колебания упругих систем : учебное пособие / Моск. авиац. ин-т. - М., 1993. - 67 с. : ил.
2. Стокер Д. Нелинейные колебания в механических и электрических системах / Дж. Стокер ; пер. с англ. Н. А. Талицких ; под ред. А. И. Лурье. - М., 1953. - 256 с. : ил.
3. Болотин В. В. Случайные колебания упругих систем / В. В. Болотин. - Москва, 1979. - 335 с. : граф.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Лампер Р. Е. Введение в теорию нелинейных колебаний авиаконструкций. - М., 1985. - 88 с. : ил.
2. Левин В. Е. Аналитическая механика. Сборник задач : учебное пособие / В. Е. Левин, Д. А. Красноручский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 24, [3] с. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234015

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций

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

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нелинейные колебания авиаконструкций

Образовательная программа: 15.04.03 Прикладная механика, магистерская программа:
Динамика и прочность машин

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Нелинейные колебания авиаконструкций 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/НИиРЭ способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии	у2. уметь ориентироваться в вопросах постановки новых задач динамики и прочности конструкций	Введение в хаотическую динамику. Аттракторы и странные аттракторы. Численный подход к решению задач движения динамических систем. Гармоническая линеаризация. Примеры. Колебания осциллятора с люфтом. Метод Ван-дер-Поля. Эквивалентная линеаризация Метод Крылова- Боголюбова- Митропольского. Автономная система Метод Крылова- Боголюбова- Митропольского. Неавтономная система Научно-технические проблемы и особенности изучения нелинейных колебаний Нелинейный осциллятор с квадратичным сопротивлением. Особенности фазового портрета консервативной системы. Сепаратрисы. Предельный цикл. Несколько приемов построения и анализа фазового портрета Применение свойств консервативных систем к системам неконсервативным Примеры введения малого параметра. Примеры консервативных систем. Примеры фазового портрета консервативных систем. Принцип гармонического баланса Синхронное вращение математического маятника. Система Ван- дер- Поля, система Дуффинга. Составление уравнений параметрических колебаний. Расчет границ главного и побочных резонансов для уравнения Матье Теорема Пуанкаре. Понятие о малом параметре. Разложение решений в ряды по малому параметру Теория Флоке Устойчивость стационарных режимов Фазовая плоскость для консервативной системы		Экзамен, вопросы 1-22

ПК.2/НИиРЭ способность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	з1. иметь представление о нелинейных колебаниях конструкций	Научно-технические проблемы и особенности изучения нелинейных колебаний		Экзамен, вопросы 1-22
ПК.2/НИиРЭ	з13. знать основы классификации нелинейных механических систем	Введение в хаотическую динамику. Аттракторы и странные аттракторы. Численный подход к решению задач движения динамических систем. Гармоническая линеаризация. Примеры. Колебания осциллятора с люфтом. Метод Ван-дер-Поля. Эквивалентная линеаризация Метод Крылова- Боголюбова- Митропольского. Неавтономная система Нелинейный осциллятор с квадратичным сопротивлением. Особенности фазового портрета консервативной системы. Сепаратрисы. Поле траекторий около состояния равновесия Предельный цикл. Несколько приемов построения и анализа фазового портрета Применение свойств консервативных систем к системам неконсервативным Примеры введения малого параметра. Примеры консервативных систем. Примеры фазового портрета консервативных систем. Принцип гармонического баланса Система Ван- дер-Поля, система Дуффинга. Система Рэлея. Релаксационные колебания. Составление уравнений параметрических колебаний. Расчет границ главного и побочных резонансов для уравнения Матье Теорема Пуанкаре. Понятие о малом параметре. Разложение решений в ряды по малому параметру Теория Флоке Устойчивость стационарных режимов Фазовая плоскость для консервативной системы		Экзамен, вопросы 1-22

ПК.2/НИиРЭ	з18. иметь представление о современном состоянии науки в области динамики и прочности машин	Введение в хаотическую динамику. Аттракторы и странные аттракторы. Численный подход к решению задач движения динамических систем. Гармоническая линеаризация. Примеры. Колебания осциллятора с люфтом. Метод Крылова-Боголюбова- Митропольского. Автономная система Метод Крылова- Боголюбова- Митропольского. Неавтономная система Научно-технические проблемы и особенности изучения нелинейных колебаний Особенности фазового портрета консервативной системы. Сепаратрисы. Применение свойств консервативных систем к системам неконсервативным Синхронное вращение математического маятника. Система Рэля. Релаксационные колебания. Составление уравнений параметрических колебаний. Расчет границ главного и побочных резонансов для уравнения Матье Теория Флоке Фазовая плоскость для консервативной системы		Экзамен, вопросы 1-22
ПК.2/НИиРЭ	у8. уметь получать амплитуды колебаний машин и механических систем при гармонических, случайных и иных видах нагрузок	Введение в хаотическую динамику. Аттракторы и странные аттракторы. Численный подход к решению задач движения динамических систем. Научно-технические проблемы и особенности изучения нелинейных колебаний Поле траекторий около состояния равновесия Применение свойств консервативных систем к системам неконсервативным Траектории автономных систем	РГЗ	Экзамен, вопросы 1-22
ПК.2/НИиРЭ	у12. уметь применять на практике основные расчетные методы определения динамического поведения конструкций	Метод Ван-дер-Поля. Эквивалентная линеаризация Метод Крылова- Боголюбова- Митропольского. Автономная система Метод Крылова-Боголюбова- Митропольского. Неавтономная система Научно-технические проблемы и особенности изучения нелинейных колебаний Поле траекторий около состояния равновесия Предельный цикл. Несколько приемов построения и анализа фазового портрета Принцип гармонического баланса Синхронное вращение математического маятника.	РГЗ.	Экзамен, вопросы 1-22

		Система Рэлея. Релаксационные колебания. Теорема Пуанкаре. Понятие о малом параметре. Разложение решений в ряды по малому параметру Теория Флоке Устойчивость стационарных режимов		
ПК.5/НИиРЭ способность самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня	з1. знать физические и математические модели нелинейных процессов и систем	Гармоническая линеаризация. Примеры. Метод Ван-дер-Поля. Эквивалентная линеаризация Метод Крылова-Боголюбова- Митропольского. Неавтономная система Нелинейный осциллятор с квадратичным сопротивлением. Предельный цикл. Несколько приемов построения и анализа фазового портрета Составление уравнений параметрических колебаний. Расчет границ главного и побочных резонансов для уравнения Матье Траектории автономных систем Фазовая плоскость для консервативной системы		Экзамен, вопросы 1-22
ПК.5/НИиРЭ	у1. уметь выбирать параметры, режимы работы и принимать иные меры к подавлению или устранению нежелательных и опасных явлений в машинах и механических системах	Колебания осциллятора с люфтом. Метод Крылова-Боголюбова- Митропольского. Автономная система Научно-технические проблемы и особенности изучения нелинейных колебаний Примеры введения малого параметра. Принцип гармонического баланса Система Ван- дер- Поля, система Дуффинга. Теорема Пуанкаре. Понятие о малом параметре. Разложение решений в ряды по малому параметру Траектории автономных систем Устойчивость стационарных режимов	РГЗ	Экзамен, вопросы 1-22

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИиРЭ, ПК.2/НИиРЭ, ПК.5/НИиРЭ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины (табл. 6/1).

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/НИиРЭ, ПК.2/НИиРЭ, ПК.5/НИиРЭ, 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.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Нелинейные колебания авиаконструкций», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет составляется из вопросов, список которых приведен ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____
к экзамену по дисциплине

- 1 Консервативные системы с мягкой и жесткой характеристикой и с люфтом
2 Асимптотический метод Крылова-Боголюбова-Митропольского.
Неавтономная система

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 0,25 максимального балла*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *менее 0,5 максимального балла*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает

характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи,

оценка составляет *менее 0,75 максимального балла*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *более 0,75 максимального балла*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Фазовая плоскость консервативной системы
2. Консервативные системы с мягкой и жесткой характеристикой и с люфтом
3. Консервативные системы с добавленным сухим или вязким трением
4. Траектории автономных систем
5. Поле траекторий около состояния равновесия
6. Устойчивость состояний равновесия
7. Предельный цикл
8. Система Релея. Релаксационные колебания.
9. Метод Линдстетта.
10. Асимптотический метод Крылова-Боголюбова-Митропольского. Автономная система.
11. Метод Ван-Дер Поля.
12. Эквивалентная линеаризация.
13. Комбинационные частоты.
14. Асимптотический метод Крылова-Боголюбова-Митропольского. Неавтономная система.
15. Принцип гармонического баланса
16. Гармоническая линеаризация
17. Система с запаздыванием
18. Система Ван-Дер Поля. Захват частоты.
19. Система Ван-Дер Поля. Режим биений.
20. Решения Флоке.
21. Границы областей устойчивости уравнения Матье-Хилла.
22. Диаграмма Айнса-Стретта. Решение в областях неустойчивости.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Нелинейные колебания авиаконструкций», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны решить задания в соответствии с методическими указаниями.

Обязательные структурные части РГЗ соответствуют перечню вопросов задания .

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в БРС (табл. 6.1).
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: задачи решены с отдельными недочетами, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, имеются отдельные недочеты в решении, нет достаточного теоретического обоснования оценка составляет менее 0,75 максимального балла.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены, оформление отчета соответствует требованиям, продемонстрировано понимание необходимого теоретического материала, оценка составляет не менее 0,75 максимального балла

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень заданий РГЗ

Задание к РГЗ сформулировано в методических указаниях

I. Построить фазовый портрет динамической системы. Построить зависимость частоты колебаний от амплитуды колебаний

$$1. \ddot{x} + \sin x = 0$$

$$2. \ddot{x} + x - \alpha x^3 = 0$$

$$3. \ddot{x} + x + \alpha x^3 = 0$$

$$4. \ddot{x} - x - \alpha x^3 = 0$$

$$5. \ddot{x} - x + \alpha x^3 = 0$$

$$6. \ddot{x} - 2\varepsilon \dot{x} + x - \alpha x^3 = 0$$

$$a) \varepsilon \geq 1$$

$$б) \varepsilon \leq 1$$

$$7. \ddot{x} + k \cdot \operatorname{sign} \dot{x} + x = 0$$

$$8. \ddot{x} - b_1 \dot{x} + b_3 \dot{x}^3 + x = 0$$

$$9. \ddot{x} - b_1 \dot{x} + b_3 \dot{x}^3 - b_5 \dot{x}^5 + x = 0$$

$$10. \ddot{x} + b_1 \dot{x} - b_3 \dot{x}^3 + b_5 \dot{x}^5 + x = 0$$

$$11. \ddot{x} + f(x) = 0, \quad f(x) = \begin{cases} x + \delta, & x \leq -\delta \\ 0, & -\delta \leq x \leq \delta \\ x - \delta, & x \geq \delta \end{cases}$$