

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
Устойчивость механических систем

Образовательная программа: 15.03.03 Прикладная механика, профиль: Динамика и прочность

Курс: 4, семестр : 8

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	74
4	Лекции, час.	38
5	Практические занятия, час.	26
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	8
10	Самостоятельная работа, час.	70
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КП
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.03 Прикладная механика

ФГОС введен в действие приказом №220 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 16.04.2015 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.03 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. Пустовой Н. В.

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: ОПК.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения:	
31. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; в части следующих результатов обучения:	
312. знать принципы построения математических моделей при исследовании проблем устойчивости	
Компетенция ФГОС: ПК.10 способность составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации; в части следующих результатов обучения:	
31. знать требования к написанию докладов, статей и другой научно-технической документации	
Компетенция ФГОС: ПК.3 готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные положения устойчивости механических систем	
37. знать методы расчета на устойчивость сжатых стержней	
у1. уметь применять основные положения устойчивости механических систем для решения задач	
у7. уметь выполнять постановку задач устойчивости пластин и оболочек	
у8. уметь рассчитывать на устойчивость сжатые стержни	
Компетенция НГТУ: ПК.33.В/РЭ готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям; в части следующих результатов обучения:	
33. знать методы расчета критических нагрузок при исследовании устойчивости пластин и оболочек	
у4. уметь проводить расчеты на устойчивость стержневых конструкций, при наличии как смежных, так и несмежных форм равновесия	

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>Устойчивость механических систем</i>	
ПК.1.312 знать принципы построения математических моделей при исследовании проблем устойчивости	
1. знать принципы построения математических моделей при исследовании проблем устойчивости	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.31 знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	
2. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.31 знать основные положения устойчивости механических систем	

3.знать основные положения устойчивости механических систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з7 знать методы расчета на устойчивость сжатых стержней	
4.знать методы расчета на устойчивость сжатых стержней	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у1 уметь применять основные положения устойчивости механических систем для решения задач	
5.уметь применять основные положения устойчивости механических систем для решения задач	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у7 уметь выполнять постановку задач устойчивости пластин и оболочек	
6.уметь выполнять постановку задач устойчивости пластин и оболочек	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.у8 уметь рассчитывать на устойчивость сжатые стержни	
7.уметь рассчитывать на устойчивость сжатые стержни, пластинки и оболочки	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.10.з1 знать требования к написанию докладов, статей и другой научно-технической документации	
8.знать требования к написанию докладов, статей и другой научно-технической документации	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.33.В/РЭ.з3 знать методы расчета критических нагрузок при исследовании устойчивости пластин и оболочек	
9.знать методы расчета критических нагрузок при исследовании устойчивости пластин и оболочек	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.33.В/РЭ.у4 уметь проводить расчеты на устойчивость стержневых конструкций, при наличии как смежных, так и несмежных форм равновесия	
10.уметь проводить расчеты на устойчивость стержневых конструкций, при наличии как смежных, так и несмежных форм равновесия	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Основные принципы			
1. Основные принципы постановки задачи устойчивости.	0	2	1, 8
2. Устойчивость по Ляпунову.	0	2	1
3. Устойчивость при наличии смежных форм равновесия.	0	2	2, 7
4. Потеря устойчивости при появлении несмежных форм равновесия.	0	2	4, 7
5. Устойчивость при упруго-пластических деформациях. Длительная устойчивость. Устойчивость упруго-вязких систем.	0	2	1
6. Решение задач устойчивости при действии консервативных нагрузок. Метод Эйлера.	0	2	1
7. Устойчивость системы типа фермы Мизеса. Устойчивость стержня из высокоэластичного материала при растяжении.	0	2	1, 2, 6
Дидактическая единица: Устойчивость стержней			
8. Устойчивость стержней при действии следящей нагрузки.	0	2	10

9. Устойчивость сжатых стержней при упруго-пластических деформациях. Устойчивость сжатых стержней в условиях ползучести.	0	2	1
10. Геометрически нелинейная теория упругости. Механические модели, описывающие нелинейное поведение упругих систем. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия.	0	4	1, 10, 2
11. Учет поведения нагрузки в уравнениях устойчивости. Условия существования действительного решения статических задач устойчивости.	0	2	10
12. Элементы теории тонкостенных стержней. Уравнение устойчивости тонкостенных стержней.	0	4	4, 7
Дидактическая единица: Устойчивость пластин и оболочек			
13. Весьма пологие оболочки с начальными неправильностями.	0	2	1, 6
14. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при действии внешнего давления.	0	2	6, 9
15. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при кручении.	0	2	6, 9
16. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при изгибе.	0	2	6, 9
17. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при совместном действии осевой нагрузки и внешнего давления.	0	2	1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Основные принципы				
1. Устойчивость при наличии смежных форм равновесия.	0	6	10, 7	Учится решать задачи устойчивости
2. Потеря устойчивости при исчезновении любых форм равновесия.	0	6	10	Учится решать задачи устойчивости при исчезновении форм равновесия
Дидактическая единица: Устойчивость стержней				
3. Устойчивость плоского изгиба балок.	0	4	4, 7	Учится решать задачи устойчивости связанные с плоской формой изгиба балок
Дидактическая единица: Устойчивость пластин и оболочек				
4. Малые послекритические деформации пластин и оболочек	0	4	1, 2	Учится решать задачи о закритическом поведении пластин и оболочек
5. Учет первоначальных неправильностей механических систем. Пластины и оболочки с начальными неправильностями.	0	6	1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Учится решать задачи устойчивости пластин и оболочек с учетом первоначальных неправильностей

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				

1	Курсовой проект	1, 2, 3, 4, 5	60	8
: Устойчивость стержней, пластин и оболочек : методические указания к выполнению курсовых работ 4 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Пустовой, А. Н. Пель]. - Новосибирск, 2011. - 49, [2] с. : ил.				
2	Подготовка к аттестации	10, 6, 7, 8, 9	10	0
: Устойчивость стержней, пластин и оболочек : методические указания к выполнению курсовых работ 4 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Пустовой, А. Н. Пель]. - Новосибирск, 2011. - 49, [2] 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: 8	
<i>Курсовой проект:</i> Итого	60
Контролирующие материалы приводятся в "Устойчивость стержней, пластин и оболочек : методические указания к выполнению курсовых работ 4 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Пустовой, А. Н. Пель]. - Новосибирск, 2011. - 49, [2] с. : ил."	
<i>Зачет:</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 КП/КР	Зачет
ОПК.2	з1. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности		+
ПК.1	з12. знать принципы построения математических моделей при исследовании проблем устойчивости		+
ПК.10	з1. знать требования к написанию докладов, статей и другой научно-технической документации		+

ПК.3	з1. знать основные положения устойчивости механических систем		+
	з7. знать методы расчета на устойчивость сжатых стержней		+
	у1. уметь применять основные положения устойчивости механических систем для решения задач		+
	у7. уметь выполнять постановку задач устойчивости пластин и оболочек	+	+
	у8. уметь рассчитывать на устойчивость сжатые стержни	+	+
	ПК.33.В/РЭ з3. знать методы расчета критических нагрузок при исследовании устойчивости пластин и оболочек		+
	ПК.33.В/РЭ у4. уметь проводить расчеты на устойчивость стержневых конструкций, при наличии как смежных, так и несмежных форм равновесия	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Пустовой Н. В. Основы расчета на устойчивость деформируемых систем / Н. В. Пустовой, К. А. Матвеев ; Новосибирский гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. - 370 с.
2. Зубчанинов В. Г. Устойчивость и пластичность. Т. 1 / В. Г. Зубчанинов. - М., 2007. - 446 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Алфутов Н. А. Основы расчета на устойчивость упругих систем / Н. А. Алфутов. - М., 1991. - 333 , [1] с. : граф., схемы
2. Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем / А. С. Вольмир. - М., 1963. - 879, [1] с.
3. Пановко Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем : современные концепции, парадоксы и ошибки / Я. Г. Пановко, И. И. Губанова. - М., 1987. - 352 с. : ил.

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. Устойчивость стержней, пластин и оболочек : методические указания к выполнению курсовых работ 4 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Пустовой, А. Н. Пель]. - Новосибирск, 2011. - 49, [2] с. : ил.

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

Устойчивость механических систем

Образовательная программа: 15.03.03 Прикладная механика, профиль: Динамика и прочность

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Устойчивость 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)
ОПК.2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	з1. знать базовые положения фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом для обработки информации и анализа данных в области профессиональной деятельности	Геометрически нелинейная теория упругости. Механические модели, описывающие нелинейное поведение упругих систем. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Малые послекритические деформации пластин и оболочек Устойчивость при наличии смежных форм равновесия. Устойчивость системы типа фермы Мизеса. Устойчивость стержня из высокоэластичного материала при растяжении.		Зачет, вопросы 1-20
ПК.1/НИ способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	з12. знать принципы построения математических моделей при исследовании проблем устойчивости	Весьма пологие оболочки с начальными неправильностями. Геометрически нелинейная теория упругости. Механические модели, описывающие нелинейное поведение упругих систем. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Малые послекритические деформации пластин и оболочек Основные принципы постановки задачи устойчивости. Решение задач устойчивости при действии консервативных нагрузок. Метод Эйлера. Устойчивость по Ляпунову. Устойчивость при упруго-пластических деформациях. Длительная устойчивость. Устойчивость упруго-вязких систем. Устойчивость сжатых стержней при упруго-пластических деформациях. Устойчивость сжатых стержней в условиях ползучести. Устойчивость системы типа фермы Мизеса. Устойчивость стержня из высокоэластичного материала при растяжении.		Зачет, вопросы 1-20

ПК.10/РЭ способность составлять описания выполненных расчетно- экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно- технической документации	31. знать требования к написанию докладов, статей и другой научно- технической документации	Основные принципы постановки задачи устойчивости.		Зачет, вопросы 1-20
ПК.3/НИ готовность выполнять научно- исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико- механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	31. знать основные положения устойчивости механических систем	Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при совместном действии осевой нагрузки и внешнего давления. Учет первоначальных неправильностей механических систем. Пластины и оболочки с начальными неправильностями.		Зачет, вопросы 1-20
ПК.3/НИ	37. знать методы расчета на устойчивость сжатых стержней	Потеря устойчивости при появлении несмежных форм равновесия. Устойчивость плоского изгиба балок. Элементы теории тонкостенных стержней. Уравнение устойчивости тонкостенных стержней.		Зачет, вопросы 1-20
ПК.3/НИ	у1. уметь применять основные положения устойчивости механических систем для решения задач	Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при совместном действии осевой нагрузки и внешнего давления. Учет первоначальных неправильностей механических систем. Пластины и оболочки с начальными		Зачет, вопросы 1-20

		неправильностями.		
ПК.3/НИ	у7. уметь выполнять постановку задач устойчивости пластин и оболочек	Весьма пологие оболочки с начальными неправильностями. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при действии внешнего давления. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при изгибе. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при кручении. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при совместном действии осевой нагрузки и внешнего давления. Устойчивость системы типа фермы Мизеса. Устойчивость стержня из высокоэластичного материала при растяжении. Учет первоначальных неправильностей механических систем. Пластины и оболочки с начальными неправильностями.	Курсовой проект, разделы: устойчивость пластин и стержней.	Зачет, вопросы 1-20
ПК.3/НИ	у8. уметь рассчитывать на устойчивость сжатые стержни	Потеря устойчивости при появлении несмежных форм равновесия. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при совместном действии осевой нагрузки и внешнего давления. Устойчивость плоского изгиба балок. Устойчивость при наличии смежных форм равновесия. Учет первоначальных неправильностей механических систем. Пластины и оболочки с начальными неправильностями. Элементы теории тонкостенных стержней. Уравнение устойчивости тонкостенных стержней.	Курсовой проект, разделы: Устойчивость плоской формы балки, устойчивость стержней и пластин с первоначальными неправильностями.	Зачет, вопросы 1-20
ПК.33.В/РЭ готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и	з3. знать методы расчета критических нагрузок при исследовании устойчивости пластин и оболочек	Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при действии внешнего давления. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при изгибе. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при кручении. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при совместном действии осевой нагрузки и внешнего давления. Учет первоначальных неправильностей механических систем.		Зачет, вопросы 1-20

компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям		Пластины и оболочки с начальными неправильностями.		
ПК.33.В/РЭ	у4. уметь проводить расчеты на устойчивость стержневых конструкций, при наличии как смежных, так и несмежных форм равновесия	Геометрически нелинейная теория упругости. Механические модели, описывающие нелинейное поведение упругих систем. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Потеря устойчивости при исчезновении любых форм равновесия. Устойчивость замкнутой цилиндрической оболочки при совместном действии осевой нагрузки и внешнего давления. Устойчивость при наличии смежных форм равновесия. Устойчивость стержней при действии следящей нагрузки. Учет первоначальных неправильностей механических систем. Пластины и оболочки с начальными неправильностями. Учет поведения нагрузки в уравнениях устойчивости. Условия существования действительного решения статических задач устойчивости.	Курсовой проект, разделы...	Зачет, вопросы 1-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.10/РЭ, ПК.3/НИ, ПК.33.В/РЭ.

Зачет проводится в устной форме, по вопросам, список которых приведен в паспорте зачета.

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

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовой проект. Требования к выполнению курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсового проекта.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.10/РЭ, ПК.3/НИ, ПК.33.В/РЭ, 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 зачета

по дисциплине «Устойчивость механических систем», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по вопросам. Студент отвечает на один из вопросов, список которых приведен ниже. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

2. Критерии оценки

- Ответ на билет 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 10 баллов*.
- Ответ на билет 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 *10-12 баллов*.
- Ответ на 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 *13-17 баллов*.
- Ответ на 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 *18-20 баллов*.

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 зачету по дисциплине

1. Потеря устойчивости при бифуркации процесса. Устойчивость при упруго-пластических деформациях.
2. Длительная устойчивость. Устойчивость упруго-вязких систем.

3. Потеря устойчивости при детерминированных возмущениях. Потеря устойчивости в условиях ползучести.
4. Устойчивость сжатого стержня при упруго-пластических деформациях.
5. Устойчивость сжатого стержня из линейного упруго-вязкого материала.
6. Приближенное решение задачи устойчивости стержня со следящей силой.
7. Устойчивость сжатого стержня в условиях ползучести.
8. Устойчивость системы типа фермы Мизеса.
9. Метод Эйлера. Устойчивость при существовании смежных форм равновесия.
10. Потеря устойчивости при появлении несмежных форм равновесия. Системы с перескоком.
11. Устойчивость плоской формы изгиба балки.
12. Условия существования действительных решений статической задачи устойчивости.
13. Уравнения в вариациях. Учет поведения нагрузки.
14. Уравнения равновесия в нелинейной теории упругости. Упругий потенциал и закон Гука.
15. Деформации в нелинейной теории упругости.
16. Постановка задачи устойчивости пластинки.
17. Точные решения задачи устойчивости для прямоугольных изотропных пластин.
18. Уравнения устойчивости технической теории оболочек.
19. Методы исследования устойчивости оболочек.
20. Устойчивость цилиндрической оболочки при внешнем давлении.

Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Устойчивость механических систем», 8 семестр

1. Методика оценки.

Задание, структура, этапы выполнения и защиты, оцениваемые позиции подробно описаны в методических указаниях.

Структура курсовой работы:

- Титульный лист
- Задание
- Решение с подробным теоретическим обоснованием
- Выводы по выполненной работе
- Список литературы и интернет-источников

Этапы выполнения:

- Постановка задачи
- Изучение необходимого теоретического материала
- Изучение необходимого программного обеспечения
- Выполнение задания
- Оформление задания
- Защита по вопросам, приведенным ниже

Оцениваемые позиции:

- Правильность решения
- Подробность теоретического обоснования
- Правильность оформления: соответствие структуре
- Аккуратность и грамотность выполнения работы

1. Критерии оценки.

Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части, решение формальное, студент не продемонстрировал знание основных определений, оценка составляет менее 0,5 максимального балла, указанного в описании БРС (табл. 6.1).

Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части выполнены формально: задачи решены с отдельными недочетами, оценка составляет менее 0,6 максимального балла.

Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все задачи решены, оформление соответствует требованиям, нет достаточного теоретического обоснования оценка составляет менее 0,8 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 0,8 максимального балла

2. Шкала оценки.

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

3. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

1. Прямоугольная пластина, шарнирно опертая по двум противоположным кромкам со сторонами a и b и постоянной толщиной (задача 1), сжата погонными усилиями N в срединной плоскости. Определить критическое значение нагрузки N .
2. Стержень (изгибная жесткость EJ , погонная масса m) находится под действием сосредоточенной (P) и распределенной (p) неконсервативных нагрузок (задача 2). Здесь E - модуль упругости, J – момент инерции при изгибе. Найти приближенное значение критической силы для стержня, нагруженного консервативными силами. При решении применить метод Бубнова-Галеркина в двучленном приближении. Построить диаграмму изменения частот стержня от величины силы.
3. Балка в виде полосы нагружена в плоскости максимальной изгибной жёсткости сосредоточенными и распределенными нагрузками (задача 3). Определить критическое значение параметра внешней нагрузки, соответствующее потере устойчивости плоской формы изгиба. При вычислениях использовать метод конечных разностей.
4. Идеальный, или с первоначальными неправильностями стержень (пластина, цилиндрическая панель, сферическая оболочка) находится под действием сжимающих внешних нагрузок (задача 4). Исследовать зависимость максимального прогиба конструкции от сжимающей силы. Определить устойчивые и неустойчивые состояния равновесия.

4. Перечень вопросов к защите курсового проекта.

1. Приближенное решение задачи устойчивости стержня со следящей силой.
2. Устойчивость системы типа фермы Мизеса.
3. Метод Эйлера. Устойчивость при существовании смежных форм равновесия.
4. Потеря устойчивости при появлении несмежных форм равновесия. Системы с перескоком.
5. Устойчивость плоской формы изгиба балки.
6. Постановка задачи устойчивости пластинок.
7. Точные решения задачи устойчивости для прямоугольных изотропных пластин.