

«

»

-

“

”

“ ” . . . . .  
 \_\_\_\_\_ .

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов**

: 24.05.07

-

,

:

: 4,

: 7 8

		<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1</b>	( )	0	2
<b>2</b>		0	72
<b>3</b>	, .	2	8
<b>4</b>	, .	2	2
<b>5</b>	, .	0	0
<b>6</b>	, .	0	4
<b>7</b>	, .	0	8
<b>8</b>	, .	0	2
<b>9</b>	, .		
<b>10</b>	, .	0	62
<b>11</b>	( , , )		.
<b>12</b>			

( ): 24.05.07 -

1165 12.09.2016 ., : 23.09.2016 .

: 1, ,

( ): 24.05.07 -

, \_\_\_\_\_ 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

, . . . . . . . .

:

. . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ПК.14 готовность к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.26 способность организовать коллективную работу над проектом; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.6 владение методами и навыками моделирования на основе современных информационных технологий; в части следующих результатов обучения:</b>	
7.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.9 готовность создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции; в части следующих результатов обучения:</b>	
4.	

# 2.

2.1

	(	
--	---	--

<b>.14. 1</b>	
1.знать цели и назначение систем автоматизированного проектирования	;
<b>.26. 1</b>	
2.знать методы конечных элементов	;
<b>.9. 4</b>	
3.владеть основными методами моделирования в среде NX при проектировании составных частей летательного аппарата, средств технологического оснащения	;
<b>.26. 1</b>	
4.владеть современными информационными технологиями, применяемыми в сфере профессиональной деятельности	;
5.знать методологию системного подхода к проблеме проектирования сложных систем	;
<b>.14. 1</b>	
6.знать основные используемые КЭ в NX CAE	;
7.знать основы алгоритмизации конструкторских задач	;
<b>.9. 4</b>	



8.	CAE	2	1	12, 2, 5, 6, 7	CAE
:					
5.		2	1	12, 18, 9	

3.2

		,			
: 8					
:					
3.	NX.	2	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 3, 4	NX
:					
1.		2	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 8	

4.

: 8				
1		10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 3, 4, 8	35	0

1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.	NASTRAN			
7.				
8.				
: 1 [ ]: , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585. -				
2		1, 2	8	0
1 [ ]: - / ; , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585. -				
3		5	7	0
: / ; , 2010. - 115, [1] .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140777				
4		1, 19, 2, 5, 6, 7	12	1
1 [ ]: - / ; ; , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585. -				

## 5.

, ( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail;
	e-mail;
	e-mail;
	;

## 6.

( ),

15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

	.	
: 8		
Лекция:	20	40

Лабораторная: Выполнение	0	15
Лабораторная: Защита	0	15
Контрольные работы:	5	10
Зачет:	10	20

6.2

6.2

.14	1.		+
.26	1.		+
.6	7.	+	+
.9	4.	+	+

1

## 7.

1. Эйхман Т. П. Практическое использование NX [Электронный ресурс] : учебник / Т. П. Эйхман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000162762](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162762). - Загл. с экрана.

2. Погорелов В. И. Строительная механика тонкостенных конструкций : [учебное пособие для вузов по направлению 160800 "Ракетостроение и космонавтика"] / В. И. Погорелов. - СПб., 2007. - 518 с. : ил.

3. Ивликов С. Ю. Основы конечно-элементного моделирования в системе ANSYS : учебное пособие / С. Ю. Ивликов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 66, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000077935](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000077935). - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

1. Авдонин А. С. Расчет на прочность летательных аппаратов : учебное пособие для авиационных специальностей вузов / А. С. Авдонин, В. И. Фигуровский. - М., 1985. - 440 с. : ил.

2. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов : учебное пособие для 3, 4 курсов дневного отделения факультета летательных аппаратов (направление 553300 - прикладная механика) / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 124 с. : ил., табл. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000023648](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023648)

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. eLIBRARY.RU (Научная электронная библиотека РФФИ) [Электронный ресурс]. – [Россия], 1998. – Режим доступа: [http://\(www.elibrary.ru\)](http://(www.elibrary.ru)). – Загл. с экрана.

3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

4. ANSYS Student [Electronic resource] // ANSYS. - ANSYS, Inc., 2016. - Mode of access: <http://www.ansys.com/Student>. - Title from screen.

5. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

6. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

7. :

## 8.

### 8.1

1. Подружин Е. Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло : учебно-методическое пособие / Е. Г. Подружин, П. Е. Рябчиков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 115, [1] с. : ил.. - Режим доступа:

[http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000140777](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140777)

2. Эйхман Т. П. Методическое указание к выполнению РГР 1 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. П. Эйхман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000162585](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585). - Загл. с экрана.

3. Эйхман Т. П. Методическое указание к РГР 2 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т. П. Эйхман ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000162583](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162583). - Загл. с экрана.

### 8.2

1 MathCAD

2 Office

3 NX

## 9. -

1		



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

Кафедра самолето- и вертолетостроения

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

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов**

Образовательная программа: 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, специализация:  
Самолётостроение

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов** 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.14/ПТ готовность к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции	з1. особенности проектирования технологических процессов в условиях автоматизированного производства	МКЭ. Информационные системы. Информационные технологии проектирования летательных аппаратов Существующие КЭ и их особенности. Введение в численные методы. Преимущества и недостатки МКЭ. Системы инженерного анализа САЕ		Зачет, вопросы 5-6, 11-12
ПК.26/ОУ способность организовать коллективную работу над проектом	з1. принципы разработки инвариантной информационной модели виртуальной производственной системы	МКЭ. Информационные системы. Информационные технологии проектирования летательных аппаратов Создание конечно-элементной сетки в NX. Основные возможности интерфейса. Оценка качества построенной сетки. Исправление сетки. Построение сетки вне твердой модели Существующие КЭ и их особенности. Введение в численные методы. Преимущества и недостатки МКЭ. Системы инженерного анализа САЕ		Зачет, вопросы 1-7, 11-17
ПК.6/ПК владение методами и навыками моделирования на основе современных информационных технологий	у7. определять перечень необходимых исходных данных для создания систем виртуализации производственных процессов	Вывод результатов расчета. Оценка полученных результатов. Методология выработки предложений по усовершенствованию расчетной конструкции МКЭ. Информационные системы. Информационные технологии проектирования летательных аппаратов Расчет простейших балочных и стержневых систем Создание конечно-элементной сетки в NX. Основные возможности интерфейса. Оценка качества построенной сетки. Исправление сетки. Построение сетки вне твердой модели Существующие КЭ и их особенности. Введение в численные методы. Преимущества и недостатки МКЭ. Системы инженерного анализа САЕ	Контрольные работа, разделы 2-6	Зачет, вопросы 4-22

ПК.9/ПК готовность создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции	у4. определять и разрабатывать информационные потоки обмена данными в системах виртуализации производственных процессов	Расчет простейших балочных и стержневых систем Создание конечно-элементной сетки в NX. Основные возможности интерфейса. Оценка качества построенной сетки. Исправление сетки. Построение сетки вне твердой модели	Контрольные работа, раздел 2-5	Зачет, вопросы 4, 8, 12-18
--	---	---	-----------------------------------	-------------------------------

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.14/ПТ, ПК.26/ОУ, ПК.6/ПК, ПК.9/ПК.

Зачет проводится в устной форме, по билетам. На подготовку к ответу дается 1 астрономический час.

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

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

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 ПК.14/ПТ, ПК.26/ОУ, ПК.6/ПК, ПК.9/ПК, 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра самолето- и вертолетостроения

## Паспорт зачета

по дисциплине «Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов», 8 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20, второй вопрос выбирается из диапазона вопросов 4-22. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы по вопросам билета.

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФЛА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов»

---

1. Одномерные конечные элементы
2. Структура расчета в NX

Утверждаю: зав. кафедрой СиВС \_\_\_\_\_ Курлаев Н.В.

(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен описать схему процесса, не может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 50 баллов*.
- Ответ на билет зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, в общих чертах может описать схему процесса, оценка составляет *от 50 до 72 баллов*.
- Ответ на билет зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, может описать схему процесса, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, оценка составляет *от 73 до 86 баллов*.

- Ответ на билет зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, может описать схему процесса, при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, оценка составляет *более 87 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Допуск к зачету допускается только после сдачи расчетно-графической работы.

Зачет считается сданным, если сумма баллов за зачет составляет не менее 50 баллов при максимально возможных 100 баллах.

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет в балльно-рейтинговой системе учитываются с коэффициентом 0,2, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов»

1. Одномерные конечные элементы
2. Двумерные конечные элементы
3. Трехмерные конечные элементы
4. Структура расчета в NX
5. История возникновения МКЭ
6. Системы инженерного анализа
7. Особенности настройки решателя NASTRAN
8. Алгоритм расчета балочных и стержневых систем
9. Особенности расчета тонкостенных конструкций
10. Особенности расчета трехмерных объектов
11. Физические основы анализа конструкций
12. Уравнения МКЭ для различных видов анализа
13. Оценка точности численного метода
14. Основные этапы анализа сложных конструкций
15. Оценка качества конечно-элементной сетки
16. Особенности задания нагрузок
17. Особенности задания закреплений
18. Расчетные возможности NX
19. Идеализация модели
20. Расчет балок и стержней, их различия
21. Эквивалентные напряжения, интенсивность напряжений
22. Концентраторы напряжений

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов», 8 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках контрольной (работы) по дисциплине студенты должны в соответствии с выданным вариантом:

1. Создать модель
2. Определить граничные условия
3. Определить необходимость идеализации, при необходимости её провести
4. Создать конечно-элементную модель, оценить её, при необходимости улучшить
5. Задать граничные условия
6. Провести настройку решателя NASTRAN и отправить на счет
7. Вывести необходимые результаты
8. Произвести оценку расчетной конструкции

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если конечно-элементная схема не разработана, оценка составляет менее 5 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если конечно-элементная схема разработана с существенными замечаниями, оценка составляет от 5 до 7 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если конечно-элементная схема разработана с минимальными замечаниями, оценка составляет от 8 до 9 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если конечно-элементная схема разработана без замечаний, оценка составляет 10 баллов.

### 3. Шкала оценки

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

### 4. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Чертеж самолетной детали типа "Кронштейн".
2. Чертеж самолетной детали типа "Балка".