

«

»

-

“

”

“ ” . . . . .  
 \_\_\_\_\_ .

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

: 24.05.07

-

,

:

: 5,

: 10 9

		<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	( )	0	3
<b>2</b>		0	108
<b>3</b>	, .	2	18
<b>4</b>	, .	2	6
<b>5</b>	, .	0	4
<b>6</b>	, .	0	4
<b>7</b>	, .	0	0
<b>8</b>	, .	0	2
<b>9</b>	, .		
<b>10</b>	, .	0	88
<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>	
<b>1.знать цели и назначение систем автоматизированного проектирования</b>	;
<b>.26. 1</b>	
<b>2.знать методы конечных элементов</b>	;
<b>.9. 4</b>	
<b>3.владеть основными методами моделирования в среде NX при проектировании составных частей летательного аппарата, средств технологического оснащения</b>	;
<b>.26. 1</b>	
<b>4.владеть современными информационными технологиями, применяемыми в сфере профессиональной деятельности</b>	;
<b>5.знать методологию системного подхода к проблеме проектирования сложных систем</b>	;
<b>.14. 1</b>	
<b>6.знать основные используемые КЭ в NX CAE</b>	;
<b>7.знать основы алгоритмизации конструкторских задач</b>	;
<b>.9. 4</b>	





2.	0	1	10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 2, 3, 7, 8	.
3.	0	1	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 3, 6, 8	3D .

3.3

	,	.		
: 10				
:				
1. NX.	0	1	13, 14	NX -
2. NASTRAN	0	1	11, 16, 17, 19	NASTRAN
3.	0	1	12, 18, 9	
:				
4. Simulation NX. Advanced	0	1	7, 8	Advanced Simulation NX

#### 4.

: 10				
1		10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 6, 7, 8, 9	18	0
<p>3D . :</p> <p>1. . . . .</p> <p>2. . . . .</p> <p>3. . . . .</p> <p>4. - , , ,</p> <p>5. . . . .</p> <p>6. NASTRAN</p> <p>7. . . . .</p> <p>8. . . . .</p> <p>: . . . . . 1 [ ]: , [2011]. -</p> <p>- / . . . . . ; . . . . . - . . . . .</p> <p>: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585</a>. - . . . . .</p>				
2		19, 3, 4, 9	30	0
<p>. . . . . 1 [ ]: - . . . . . /</p> <p>. . . . . ; . . . . . - . . . . . , [2011]. - . . . . .</p> <p><a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585</a>. - . . . . .</p>				
3		1	10	0
<p>. . . . . :</p> <p>. . . . . : - . . . . . / . . . . . , . . . . . ; . . . . .</p> <p>. . . . . , 2010. - 115, [1] . . . . . : . . . . .</p> <p><a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140777">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140777</a></p>				
4		1, 2, 5, 6, 7, 8	30	1
<p>. . . . . 1 [ ]: - . . . . . / . . . . . ;</p> <p>. . . . . - . . . . . , [2011]. - . . . . .</p> <p><a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162585</a>. - . . . . .</p>				

#### 5.

- , ( . 5.1).

5.1

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

#### 6.

( ),

. 6.1.

-  
15-

ECTS.

6.1

	.	
<b>: 10</b>		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лекция:</i>	10	20
<i>Лабораторная: Выполнение</i>	0	10
<i>Лабораторная: Защита</i>	0	10
<i>Практические занятия: Посещение</i>	0	5
<i>Практические занятия: Выполнение</i>	0	5
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
<i>Экзамен:</i>	20	40

6.2

6.2

		.	
<b>.14</b>	1.		+
<b>.26</b>	1.	+	+
<b>.6</b>	7.	+	+
<b>.9</b>	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. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

## 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 Расчет трехмерных тел Существующие КЭ и их особенности. Введение в численные методы. Преимущества и недостатки МКЭ. Системы инженерного анализа CAE		Экзамен, вопросы 5-6, 11-12
ПК.26/ОУ способность организовать коллективную работу над проектом	з1. принципы разработки инвариантной информационной модели виртуальной производственной системы	Advanced Simulation NX. Основной функционал и возможности NX CAE. Структура расчета МКЭ. Информационные системы. Информационные технологии проектирования летательных аппаратов Расчет тонкостенных элементов конструкции ЛА Существующие КЭ и их особенности. Введение в численные методы. Преимущества и недостатки МКЭ. Системы инженерного анализа CAE	Контрольные работы, раздел 4	Экзамен, 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 Работа с базой данных материалов. Необходимые данные о материале для расчетов. Виды нагрузок. Задание нагрузок. Настройка решателя NASTRAN Расчет простейших балочных и стержневых систем Расчет тонкостенных элементов конструкции ЛА Расчет трехмерных тел 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	Контрольные работы, разделы 1-7	Экзамен, вопросы 4-22

		МКЭ. Системы инженерного анализа CAE		
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	Особенности моделирования и подготовки модели для использования в Advanced Simulation NX. Синхронное моделирование Работа с базой данных материалов. Необходимые данные о материале для расчетов. Виды нагрузок. Задание нагрузок. Настройка решателя NASTRAN Расчет тонкостенных элементов конструкции ЛА Расчет трехмерных тел Создание конечно-элементной сетки в NX. Основные возможности интерфейса. Оценка качества построенной сетки. Исправление сетки. Построение сетки вне твердой модели	Контрольные работы, разделы 1- 7	Экзамен, вопросы 4, 11-19, 21-22

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 10 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.14/ПТ, ПК.26/ОУ, ПК.6/ПК, ПК.9/ПК.

Экзамен 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 10 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 экзамена

по дисциплине «Инженерный анализ конструкций летательных аппаратов», 10 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен 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 экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы по вопросам билета.

### Форма билета для экзамена

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФЛА

Билет № 1

к экзамену 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 экзамена 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 экзамена 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 экзамена 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 экзамена 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 экзамену допускается только после сдачи контрольной работы.

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

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы в балльно-рейтинговой системе учитываются с коэффициентом 0,4, в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к экзамену 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», 10 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".