

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Динамика полёта**

: 25.03.01

: 3, : 5

		<b>5</b>
<b>1</b>	( )	3
<b>2</b>		108
<b>3</b>	, .	61
<b>4</b>	, .	36
<b>5</b>	, .	18
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	14
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	5
<b>10</b>	, .	47
<b>11</b>	( , , )	
<b>12</b>		

( ): 25.03.01

1416 03.12.2015 . , : 31.12.2015 .

: 1,

( ): 25.03.01

, 6 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

, . . . . . . . .

:

, . . . . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.3 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	,
13.	
<b>Компетенция ФГОС: ОПК.8 способность учитывать современные тенденции развития, материалов, технологий их производства и авиационной техники в своей профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	,

# 2.

2.1

	(	
--	---	--

<b>.3. 1</b>	,	,
1. Об основных этапах, проблемах и современных тенденциях развития динамики полета		;
2. Упрощенный метод тяг		;
3. Уравнения движения ЛА. Системы осей координат. Основные параметры движения ЛА		;
<b>.3. 13</b>		
4. Владеть математической символикой для выражения количественных и качественных соотношений объектов		;
<b>.8. 1</b>	,	
5. О методах расчета устойчивости и управляемости ЛА		;
6. Характеристики периодического движения		
7. Методы расчета маневренности ЛА, перегрузок		;
8. О методах расчета и оптимизации аэродинамических характеристик ЛА		;

# 3.

3.1

	,	.	
<b>: 5</b>			
<b>:</b>			
1.	р	р	р
	0	2	1, 2, 5
2.	р	,	
	0	2	3

:				
4.		0	2	5, 6
5.		0	2	2
6.		0	2	3, 7
:				
7.		0	2	3
8.	$p \cdot p \quad p$	0	2	3, 5
:				
9.	$H \quad p \quad p \quad p \cdot p \quad p$ $p \quad p \quad p$	0	2	3
10.	$p \quad p$	0	2	3, 5
:				
11.	$p \quad p \quad p \quad p$ $p \quad p \quad H = \text{const.}, V = \text{const.} \quad p \quad p$ $p \quad p$	0	2	7, 8
12.	$H \quad p \quad p \quad = \text{const.}; C_y = \text{const.}$ $p \quad p \quad p \quad p$	0	2	3, 6
:				
13.	$p \quad p \quad p \quad p \quad p \quad p$ $p \quad p \quad p \quad p \quad p$ $p$	0	2	3, 5, 7, 8
14.	$p \quad p \quad p \quad p \quad p$	0	2	3, 5, 7
:				
15.	$p \quad p$	0	2	3, 5
16.	$p \quad p \quad p \quad p$	0	2	3, 7

17.		0	2	3, 6, 7
18.	p p p p	0	2	3, 6, 7
19.	p p p p	0	2	3, 6

3.2

: 5				
:				
3.		2	2	1, 3, 8
4.		2	2	2, 7
:				
5.		2	2	3, 4, 8
:				
6.		2	2	3, 4, 5
:				
7.		0	2	3, 4, 5
8.		0	2	1, 3, 4
:				
9.		2	2	3, 4, 5, 7
:				
10.	p	2	2	3, 4, 7
:				
11.	p	2	2	3, 4

4.

: 5				
1		2, 3, 4	10	3
<p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140654</p>				

2		2, 3, 4	10	0
: / [ . . . . ]; 2010. - 115 .: ., .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140654				
3		3, 4	27	2
: / [ . . . . ]; , 2010. - 115 .: ., .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140654				

**5.**

( . 5.1).

5.1

	-
	e-mail:agd@craft.nstu.ru

**6.**

( ),

-  
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 5</b>		
<i>Практические занятия:</i>	15	30
<i>РГЗ:</i>	15	30
<i>Зачет:</i>	20	40

6.2

6.2

<b>.3</b>	1.		+
	13.		+
<b>.8</b>	1.	+	+

1

**7.**

1. Саленко С. Д. Динамика полета. Ч. 1 : учебное пособие / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 138, [1] с. : ил.

2. Саленко С. Д. Динамика полета. Ч. 2 : учебное пособие / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 126, [1] с. : ил.. - Режим доступа:

[http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000220085](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000220085)

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.

### 8.1

1. Аэрогидромеханика : сборник задач / [А. А. Кураев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 115 с. : ил., табл.. - Режим доступа:

[http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000140654](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000140654)

### 8.2

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

## 9.

1	( - , , )	





### 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Динамика полёта приведена в Таблице.

В последние две колонки таблицы разработчиком вносятся наименования мероприятий текущего и промежуточного контроля с указанием семестра (для многосеместровых дисциплин) и диапазоны вопросов, разделы или этапы выполнения задания, которыми проверяются соответствующие показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.3 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	31. знать основные понятия и модели механики, аэродинамики, динамики полета и баллистики	Набор высоты. Уравнения движения. Полярная диаграмма скоростей набора. Время и дистанция квазиустановившегося набора высоты. Аэродинамические характеристики самолета. Балансировка самолета. Понятие аэродинамического фокуса. Диапазон допустимых центровок. Потери, связанные с балансировкой. Преимущества и недостатки статически неустойчивого самолета. Боковая устойчивость. Понятия поперечной и флюгерной устойчивости. Моменты крена и рысканья самолета в установившемся прямолинейном полете. Взаимное положение систем координат. Внешние силы, действующие на летательный аппарат. Уравнение движения самолета в частных случаях. Движение самолета в частных случаях. Диаграмма потребных и располагаемых тяг. Первые и вторые режимы установившегося горизонтального полета самолетов. Динамика полета. Введение. Задачи курса. Уравнения движения самолета. Системы осей координат. Основ-ные параметры движения самолета. Взаимное положение систем координат. Геометрические и кинематические соотношения. Маневренность самолета. Перегрузка. Связь перегрузки с характером траектории. Располагаемые значения перегрузок. Разгон и торможение самолета в		Зачет, вопросы.с 1 по 30..

		<p>горизонтальном полете.  Маневры самолета в вертикальной плоскости.  Уравнения движения. Методы расчета. Правильный вираж.  Набор высоты. Прерванный и продолженный взлет.  Способы уменьшения взлетной и посадочной дистанций. Планирование самолета. Расчет взлетной дистанции самолета. Расчет посадочной дистанции самолета. Расчет взлетной и посадочной дистанций.  Расчет дальности полета.  Расчет ДП по программе <math>M = \text{const.}; C_y = \text{const.}</math>  Наивыгоднейший режим полета на дальность.  Оптимальный по стоимости режим горизонтального полета. Расчет полной дальности полета самолетов с ТРД. Расчеты маневров самолета. Свободное боковое возмущенное движение самолета. Условия устойчивости.  (Взаимодействие продольного и бокового движений.  Штопор самолета.  Применение средств автоматики в системе управления.) Перспективные разработки в области динамики полета. Свободное продольное возмущенное движение самолета.  Короткопериодическое и длиннопериодическое продольное возмущенное движение. Условия устойчивости. Система осей координат. Статический и динамический потолок самолета. Планирование самолета. Оптимальные режимы планирования.  Устойчивость и управляемость. Устойчивость и управляемость. Основные понятия. Статическая и динамическая устойчивость.  Разделение движения самолета на продольное и боковое. Продольный момент самолета в установившемся прямолинейном полете.  Характерные скорости горизонтального полета.  Эксплуатационные ограничения скорости. Расчет диапазона скоростей установившегося горизонтального полета.</p>		
--	--	---	--	--

ОПК.3	у13. владеть математической символикой для выражения количественных и качественных соотношений объектов	Набор высоты. Планирование самолета. Расчет взлетной и посадочной дистанций. Расчет дальности полета. Расчеты маневров самолета. Устойчивость и управляемость.		Зачет, вопросы.с 1 по 30.
ОПК.8 способность учитывать современные тенденции развития, материалов, технологий их производства и авиационной техники в своей профессиональной деятельности	у1. уметь проводить конкретные расчеты, используя методы математического анализа и других разделов высшей математики	<p>Аэродинамические характеристики самолета  Балансировка самолета.  Понятие аэродинамического фокуса. Диапазон допустимых центровок. Потери, связанные с балансировкой.  Преимущества и недостатки статически неустойчивого самолета. Боковая устойчивость. Понятия поперечной и флюгерной устойчивости. Моменты крена и рысканья самолета в установившемся прямолинейном полете.</p> <p>Дальность полета. Основные понятия. Система уравнений. Расчет дальности полета для самолетов с ТРД. Влияние параметров полета на ДП. Расчет ДП по программе <math>H = \text{const.}, V = \text{const.}</math>. Варианты расчета по этой программе. Движение самолета в частных случаях. Динамика полета. Введение. Задачи курса. Уравнения движения самолета. Системы осей координат. Основные параметры движения самолета. Взаимное положение систем координат. Геометрические и кинематические соотношения. Исходные данные для расчета траекторий. Аэродинамические характеристики самолета. Характеристики двигателей, применяемых на самолете. Метод тяг. Анализ влияния параметров полета на ход кривых потребных и располагаемых тяг. Маневренность самолета. Перегрузка. Связь перегрузки с характером траектории. Располагаемые значения перегрузок. Разгон и торможение самолета в горизонтальном полете. Маневры самолета в вертикальной плоскости. Уравнения движения. Методы расчета. Правильный вираж. Набор высоты. Прерванный и продолженный взлет.</p>	РГЗ	Зачет, вопросы.с 31 по 70.

		<p>Способы уменьшения взлетной и посадочной дистанций. Расчет взлетной и посадочной дистанций. Расчет дальности полета. Расчет ДП по программе <math>M = \text{const.}; C_y = \text{const.}</math>.  Наивыгоднейший режим полета на дальность.  Оптимальный по стоимости режим горизонтального полета. Расчет полной дальности полета самолетов с ТРД. Расчеты маневров самолета. Свободное боковое возмущенное движение самолета. Условия устойчивости.  (Взаимодействие продольного и бокового движений. Штопор самолета. Применение средств автоматики в системе управления.) Перспективные разработки в области динамики полета. Свободное продольное возмущенное движение самолета.  Короткопериодическое и длиннопериодическое продольное возмущенное движение. Условия устойчивости. Система осей координат. Статический и динамический потолок самолета. Планирование самолета. Оптимальные режимы планирования.  Устойчивость и управляемость. Основные понятия. Статическая и динамическая устойчивость.  Разделение движения самолета на продольное и боковое. Продольный момент самолета в установившемся прямолинейном полете.  Характерные скорости горизонтального полета.  Эксплуатационные ограничения скорости. Расчет диапазона скоростей установившегося горизонтального полета.</p>		
--	--	--	--	--

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.3, ОПК.8.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

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

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание

(работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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.3, ОПК.8, 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 аэрогидродинамики

## Паспорт зачета

по дисциплине «Динамика полёта», 5 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1...30, второй вопрос из диапазона вопросов 31...70 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Пример билета для проведения зачета

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

Кафедра аэрогидродинамики

Дисциплина  
**Динамика полета**

**БИЛЕТ № 5**

1 Вопрос..... Уравнения движения самолета.

2 Вопрос... Расчет полной дальности полета самолетов с ТРД.

Составитель

проф. С.Д. Саленко

\_\_\_\_\_

(подпись)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

проф. Саленко С.Д.

(подпись)

«   » \_\_\_\_\_ 2015 г.

### 3. Критерии оценки

Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает определение основных понятий, оценка составляет 10...13 баллов.

- Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если студент формулирует основные гипотезы, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий оценка составляет 14...17... баллов.
- Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный анализ понятий, теорий, подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, оценка составляет 18...20 баллов

Зачет считается сданным, если балл по каждому вопросу составляет не менее 10 баллов (по 20 балльной шкале).

### 4. Перечень вопросов к зачету по дисциплине

«Динамика полета»

1. Уравнения движения самолета.
2. Системы осей координат. Основные параметры движения самолета.
3. Взаимное положение систем координат. Геометрические и кинематические соотношения.
4. Внешние силы, действующие на летательный аппарат.
5. Уравнение движения самолета в проекциях на оси связанной системы координат.
6. Уравнения движения самолета в проекциях на оси траекторной системы координат.
7. Уравнение движения самолета в частных случаях.
8. Квазиустановившееся движение. Аэродинамический расчет самолета.
9. Исходные данные для расчета траекторий.
10. Аэродинамические характеристики самолета.
11. Ограничения высоты и скорости полета.
12. Характеристики двигателей, применяемых на самолете, и располагаемые тяги.
13. Метод тяг. Расчет диапазона скоростей установившегося горизонтального полета.
14. Анализ влияния параметров полета на ход кривых потребных и располагаемых тяг.
15. Диаграмма потребных и располагаемых тяг. Режимы полета на диаграмме.
16. Первые и вторые режимы установившегося горизонтального полета самолетов.
17. Характерные скорости горизонтального полета.
18. Эксплуатационные ограничения скорости.

19. Набор высоты. Уравнения движения. Полярная диаграмма скоростей на-бора.
20. Время и дистанция квазиустановившегося набора высоты.
21. Статический и динамический потолок самолета.
22. Учет изменения кинетической энергии при наборе высоты. (самост.)
23. Планирование самолета. Оптимальные режимы планирования. Полярная диаграмма скоростей планирования.
24. Дальность полета. Основные понятия. Система уравнений для расчета дальности горизонтального полета.
25. Расчет дальности полета для самолетов с ТРД. Влияние параметров полета на ДП.
26. Расчет ДП по программе  $H = \text{const.}$ ,  $V = \text{const.}$  Варианты расчета по этой программе.
27. Расчет ДП по программе  $M = \text{const.}$ ;  $C_y = \text{const.}$  Наивыгоднейший режим полета на дальность.
28. Оптимальный по стоимости режим горизонтального полета.
29. Расчет полной дальности полета самолетов с ТРД.
30. Учет ветра при расчете ДП. Способы увеличения ДП. (самост.)
31. Маневренность самолета. Перегрузка. Связь перегрузки с характером траектории.
32. Располагаемые значения перегрузок.
33. Разгон и торможение самолета в горизонтальном полете.
34. Маневры самолета в вертикальной плоскости. Уравнения движения. Методы расчета.
35. Правильный вираж. График предельных виражей.
36. Расчет взлетной дистанции самолета.
37. Расчет посадочной дистанции самолета.
38. Прерванный и продолженный взлет.
39. Способы уменьшения взлетной и посадочной дистанции.
40. Устойчивость и управляемость. Основные понятия. Статическая и динамическая устойчивость.
41. Разделение движения самолета на продольное и боковое.
42. Влияние вращения самолета на продольные силы и моменты.
43. Понятия продольной статической устойчивости самолета по перегрузке и по скорости.
44. Продольный момент самолета без горизонтального оперения (ГО) в установившемся прямолинейном полете. Понятие аэродинамического фокуса.
45. Продольный момент ГО в установившемся прямолинейном полете.
46. Продольная балансировка самолета. Правило продольного "V". Балансировочные кривые.
47. Диапазон допустимых центровок.
48. Потери, связанные с балансировкой. Преимущества и недостатки статически неустойчивого самолета.
49. Шарнирный момент органов управления. Усилия на ручке управления. Способы уменьшения шарнирного момента.



50. Уравнения возмущенного движения. Свободное продольное возмущенное движение самолета. Линеаризация уравнений. Анализ устойчивости.
51. Короткопериодическое и длиннопериодическое продольное возмущенное движение.
52. Уравнения короткопериодического возмущенного движения самолета при фиксированных рулях, их решение и анализ.
53. Условия устойчивости самолета в короткопериодическом движении.
54. Длиннопериодическое продольное возмущенное движение самолета.
55. Условия устойчивости самолета в длиннопериодическом движении.
56. Возмущенное движение самолета при отклонении органов продольного управления.
57. Влияние конструктивных параметров самолета и режима полета на продольную устойчивость и управляемость.
58. Боковая устойчивость. Понятие поперечной и флюгерной устойчивости.
59. Момент крена самолета в установившемся прямолинейном полете.
60. Момент рысканья самолета в установившемся прямолинейном полете.
61. Влияние вращения самолета на боковые моменты.
62. Боковая балансировка самолета и усилия на рычагах управления. (самост.)
63. Свободное боковое возмущенное движение самолета.
64. Разделение бокового возмущенного движения самолета на быстрое и медленное движения.
65. Поведение самолета при несимметричной тяге.
66. Реакция самолета на отклонение элеронов и руля направления.
67. Влияние конструктивных параметров и режима полета на боковую устойчивость и управляемость самолета.
68. Пространственное возмущенное движение. Взаимодействие продольного и бокового движений. Штопор самолета.
69. Применение средств автоматики в системе управления.
70. Перспективные разработки в области динамики полета.

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Динамика полёта», 5 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать летных характеристики самолета в соответствии с исходными данными..

Для заданного веса самолета, удельной нагрузки на крыло, удлинения крыло,  $C_{x0}$ , и высоты полета необходимо определить:

- зависимость тяги от скорости
- максимальную скорость полета и скороподъемность
- построить зависимости угла наклона траектории и скороподъемности от скорости полета

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет менее 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 15...20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны ,но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 21...24 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 25-30 баллов.

### 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. Примерная тема РГЗ : Расчет летных характеристик самолета

Варианты отличаются исходными данными.