

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Основы проектирования двигателей

: 17.05.01

: 4, : 8

		8
1	()	3
2		108
3	, .	61
4	, .	18
5	, .	18
6	, .	18
7	, .	32
8	, .	2
9	, .	5
10	, .	47
11	(, ,)	
12		

(): 17.05.01

1161 12.09.2016 . , : 28.09.2016 .

: 1, ,

(): 17.05.01

, 6 20.06.2017

, 5 21.06.2017

:

,

:

,

:

.

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ПСК.12 владение основными методами проектирования, расчетов и испытаний боеприпасов различного назначения; в части следующих результатов обучения:	
3.	
4.	

2.

2.1

	(
--	---	--

.12. 4	
1.О технологии решения проектных задач	; ; ;
2.Об особенностях проектирования и работы ракетных двигателей	; ;
3.основные сведения о конструкции и процессах, происходящих при работе ракетных двигателей и газогенераторов на твердом топливе	; ;
4.Простейшие математические модели основных процессов	; ;
.12. 3	
5.Использовать эти знания для решения простейших задач внутрибаллистического проектирования	; ;
6.основы внутрибаллистического проектирования ракетных двигателей и газогенераторов на твердом топливе	; ;
7.Ознакомиться с программами внутри и внешнебаллистических расчётов	; ;

3.

3.1

: 8			
:			
1. () .	0	2	1
2. () .	0	2	2, 3, 5

3.		0	1	1
4.		0	1	
5.		0	2	
6.		0	1	
7.		0	1	
8.		0	1	
9.		0	1	
:				
10.		0	1	3
11.		0	1	
12.		0	2	6, 7
13.		0	1	
:				
14.	()	0	1	

3.2

: 8				
:				
1.				
Matlab Excel	6	8		1) 2)

2.	,	4	4	1, 2, 3	1) 2)
3.	,	4	4	1	1) 2)
4.		2	2		1) 2)

3.3

	,			
: 8				
:				
1.	(
,	,			,
,	,			,
,	,	16	18	1, 4, 5
,):			,
,	,			,
,	,			,
,	,			,

4.

: 8				
1		5, 7	10	2

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 8		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	20	40
<i>Зачет:</i>	10	20
<p>http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_32982_1325996591.doc. - [2011]. -</p>		

6.2

6.2

.12	3.	+	+
	4.	+	+

1

7.

1. Гусаченко Л. К. Ракетные двигатели: основы теории горения ракетных топлив : учебное пособие / Л. К. Гусаченко, С. П. Ивания ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 79, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/gusachenko.pdf>
2. Газодинамические и теплофизические процессы в ракетных двигателях твердого топлива / [А. М. Губертов и др.] ; под ред. А. С. Коротева. - М., 2004. - 511 с. : ил.
3. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдых и пастообразных топливах. Основы проектирования и экспериментальной отработки: Научное / Сорокин В.А., Козлов В.А., Шаров М.С. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 320 с.: ISBN 978-5-9221-1239-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=851876> - Загл. с экрана.

1. Липанов А. М. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива : Учебник для вузов по направ. "Авиаци. и ракетно-космич. техника". ... - М., 1995. - 400 с. : ил.

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

Кафедра газодинамических импульсных устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования двигателей

Образовательная программа: 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, специализация: Боеприпасы

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

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы проектирования двигателей 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)
ПСК.12 владение основными методами проектирования, расчетов и испытаний боеприпасов различного назначения	33. основы внутрибаллистического проектирования ракетных двигателей и газогенераторов на твердом топливе	Во время практических занятий студенты готовят входные данные для лабораторных работ в компьютерном классе (расчет оптимального распределения топлива для трехступенчатой ракеты, расчет расхода и тяги сопла, расчет давления в камере сгорания, расчет распределения скорости газа в двигателе, расчет формы горячей поверхности, расчет нестационарной скорости горения, расчет газогенератора с горением в спутном потоке): составляют соответствующие уравнения, преобразуют переменные, вычисляют значения входных безразмерных параметров и области их изменения, а также занимаются разбором вопросов по темам лекций и по выполнению курсовой работы. Классификация реактивных двигателей. Особенности ракетных двигателей на твердых топливах и их схемы. Классификация РДТТ и области их применения. Введение в проектирование РДТТ (проектирование РДТТ как решение обратной задачи). Задачи проектирования РДТТ. Расчет РДТТ. Расчет времени работы РДТТ. Выбор топлива, массы и конфигурации топливного заряда. Определение давления внутри камеры РДТТ и расчет критического сечения сопла. Расчеты прочности корпуса и днищ. Расчет теплового удлинения заряда.	РГЗ, раздел 1	Зачет, вопросы. 1-30
ПСК.12	34. основные сведения о конструкции и процессах, происходящих при работе ракетных двигателей и газогенераторов на твердом	Анализ идеального цикла ракетного двигателя. Во время практических занятий студенты готовят входные данные для лабораторных работ в компьютерном классе (расчет оптимального распределения топлива для трехступенчатой ракеты, расчет расхода и тяги	РГЗ, раздел 2	Зачет, вопросы 31-57

	топливе	сопла, расчет давления в камере сгорания, расчет распределения скорости газа в двигателе, расчет формы горячей поверхности, расчет нестационарной скорости горения, расчет газогенератора с горением в спутном потоке): составляют соответствующие уравнения, преобразуют переменные, вычисляют значения входных безразмерных параметров и области их изменения, а также занимаются разбором вопросов по темам лекций и по выполнению курсовой работы. Знакомство с стендами, оборудованием, методиками и программами проведения ОСИ двигателей. Изучение устройства и действия ракетных двигателей, особенности их работы Краткое введение (проектирование как решение обратной задачи). История ракетной техники и твердого ракетного топлива. Вывод и использование формулы Циолковского, многоступенчатые ракеты.		
--	---------	---	--	--

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 ПСК.12.

Зачет проводится в устной форме. Вопросы для зачёта выдаются из перечня вопросов, приведённого в паспорте зачёта. На подготовку к ответу студенту даётся 40 минут.

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

В 8 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 компетенции ПСК.12, 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 «Основы проектирования двигателей», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-30, второй вопрос из диапазона вопросов 31-57 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Основы проектирования двигателей»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета 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 *0-9 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-12 баллов*.

- Ответ на билет (тест) для зачета 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 (тест) для зачета 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

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

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

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Основы проектирования двигателей»

1. Откуда следует формула Циолковского.
2. В чем преимущество многоступенчатой ракеты.
3. Получить выражение для скорости многоступенчатой ракеты, прокомментировать сделанные допущения (когда они допустимы).
4. Сравнительные достоинства и недостатки РДТТ и ЖРД.
5. Состав и технология типичных ТРТ.
6. От чего (и как) зависит массовый расход газа при сверхзвуковом истечении из сопла.
7. От чего (и как) зависит скорость истечения из сопла.
8. От чего (и как) зависит тяга.
9. Что можно сказать о температуре в камере ракетного двигателя и в установке для сжигания топлива в замкнутом объеме.
10. Как можно достаточно точно оценить температуру в камере двигателя при заданном составе топлива.
11. Как можно достаточно точно оценить тягу двигателя при заданных давлении, характеристиках сопла и составе топлива.
12. Как до запуска оценить ожидаемое давление в камере сгорания.
13. Почему показатель в зависимости скорости горения твердого ракетного топлива от давления должен быть меньше 1.
14. Каким образом случайный разброс давления и тяги зависит от характеристик ТРТ.
15. Изложить теорию простейшего переходного процесса после импульса давления в РДТТ (созданного, например, пиропатроном).
16. Изложить теорию простейшего переходного процесса после сгорания заряда в РДТТ.
17. Каким образом время установления после импульса давления в РДТТ (созданного, например, пиропатроном) зависит от показателя в законе зависимости скорости горения от давления..
18. Какие формы зарядов используются в двигателях (что дает каждая форма).
19. Преимущества и недостатки рулонного заряда.

20. Почему невыгодно использовать многоспассечные заряды в крупногабаритных двигателях.
21. В чем идея звездообразной формы канала для крупногабаритных двигателей.
22. В чем идея двигателей "с утопленным соплом".
23. Способы регулирования тяги работающего двигателя.
24. Преимущества и недостатки регулирования меняющимся критическим сечением.
25. Преимущества и недостатки регулирования тепловым ножом.
26. Преимущества и недостатки регулирования торцевого заряда электродуговым фитилем.
27. Преимущества и недостатки регулирования пластинчатого заряда электродуговым фитилем.
28. Как распределена скорость движения газа в горящем канале.
29. Почему для вытекающей из горящего канала газовой смеси среднее время пребывания в канале не зависит от его длины.
30. Почему при разгорании узкого вначале канала температура вытекающего из него газа в некоторый момент времени может скачкообразно увеличиться.
31. Что такое смесевые и баллиститные ТРТ, примеры их составов, чем отличается физическая картина их горения.
32. Для чего вводят металл в СТТ.
33. Какую роль играет ПХА в СТТ.
34. Зачем вводят катализаторы в баллиститные ТРТ.
35. Для чего и вместо чего вводят в СТТ гексоген и октоген.
36. Почему СТТ даже состоящее на 60% по объему из октогена или гексогена не детонирует в отличие от насыпного заряда (40-48% по объему) селитры, пропитанной соляной кислотой.
37. Что такое активное связующее, зачем оно нужно, из чего его делают.
38. Каким образом экспериментально исследуют горение ТРТ.
39. Какие процессы происходят при горении гомогенного ТРТ.
40. Что такое эрозионное горение.
41. Чем объясняются незакономерные пульсации, иногда наблюдаемые в двигателях на ТРТ.
42. Какие нестационарные эффекты возможны в двигателе.
43. Способы борьбы с акустическими колебаниями в двигателях.
44. Варианты использования акустических колебаний созданных ракетными двигателями.
45. Почему в РДТТ на металлизированных составах обычно не бывает акустических колебаний.
46. Как выглядит типичный температурный профиль в волне горения.
47. Как оценивается толщина прогреваемого слоя.
48. Как оценивается характерное время перестройки прогреваемого слоя.
49. Как оценивается запас тепла в прогреваемом слое.
50. Привести пример отклонения скорости горения от стационарной зависимости $u(P)$ (при каких обстоятельствах это может быть).
51. От каких параметров зависит скорость нестационарного горения заданного ТРТ (рассуждения Я.Б. Зельдовича).
52. Как определить конкретный вид этой зависимости, используя известный из опыта "стационарный закон горения".
53. Как использовать эту информацию при скачкообразном изменении давления.
54. Физическая картина работы газогенератора с горением в спутном потоке.
55. Пояснить постановку, прокомментировать результаты своего варианта расчета многоступенчатой ракеты.

56. Пояснить постановку, прокомментировать результаты своего варианта расчета тяги двигателя.

57. Пояснить постановку, прокомментировать результаты своего варианта расчета работы РДТТ с цилиндрическим зарядом.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Основы проектирования двигателей», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны выполнить расчёты параметров твердотопливного ракетного двигателя..

В процессе выполнения РГЗ, студенту предлагается провести обзор литературы по заданной теме, в том числе ознакомиться со специализированными журналами и справочными изданиями.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Выполнить чертёж общего вида выбранного варианта РДТТ.
2. Выполнить следующие расчеты:
 - Расчет баллистики ракет с РДТТ. Определение баллистических характеристик ракет, выбор топлива, массы и конфигурации топливного заряда, определение тяги двигателя.
 - Расчет времени работы РДТТ.
 - Определение давления внутри камеры РДТТ и расчет критического сечения сопла.
 - Расчеты прочности корпуса и днищ (камеры двигателя).
 - Расчет теплового удлинения заряда.

Оцениваемые позиции:

Чертёж

Правильность расчётов.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если отсутствуют чертёж и расчёты параметров, оценка составляет 0-19 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если чертёж и расчёты содержат грубые ошибки, оценка составляет 20-26 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если чертёж и расчёты содержат незначительные ошибки, оценка составляет 27-35 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если чертёж и расчёты не содержат ошибок, оценка составляет 36-40 баллов.

Правила оформления:

В процессе выполнения РГЗ, студенту предлагается провести обзор литературы по заданной теме, в том числе ознакомиться со специализированными журналами и справочными изданиями.

Объём пояснительной записки в 8-ом семестре составляет 20 - 25 стр. рукописного текста или 15-20 стр. компьютерного набора. Формат бумаги А4 - 210 x 297 мм.

На титульном листе должно быть указано:

- дисциплина;
- номер и наименование темы расчетно-графического задания;
- фамилия;

- имя и группа студента.

Вторым листом прилагается содержание, где не более чем на двух уровнях (глава, параграф) перечисляются разделы с указанием страниц. Брошюровка РГЗ - книжная; поля: сверху - 2 см, слева - 2,4 см, внизу - 1,6 см, справа - 1,6 см. Шрифт набора текста : 12-14 пунктов. Межстрочный интервал - одинарный. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки могут быть начерчены вручную или сканированы. Подрисуночная надпись должна располагаться под рисунком по центру. Нумерация рисунков сквозная. К работе должен быть сделан список литературы (3-5 наименований). В списке указываются авторы, наименование, издательство, год издания.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Модификация РДТТ НАР С-8 с целью повышения характеристик.