

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Проектирование зарядов твердых ракетных топлив
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
(код и наименование направления)

Направленность: Проектирование ракетных двигателей твердого топлива (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение основ проектирования зарядов твердых ракетных топлив.

Задачами дисциплины являются:

- получение знаний по конструкции основных типов зарядов твердого ракетного топлива и основным принципам их проектирования;
- формирование умения применять на практике методы выбора формы и геометрических параметров зарядов твердого ракетного топлива, проводить расчёты поверхности горения, теплового состояния и прочности зарядов твердого ракетного топлива;
- освоение навыков использования в задачах проектирования зарядов твердого ракетного топлива современных программных средств.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Заряд твердого ракетного топлива, классификация, конструкция, технология изготовления, поверхность горения, прочность, воспламенитель, инициирующее устройство, бронирующее покрытие, теплозащитное покрытие.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.8	ИД-1ПК-2.8	Знает методики и этапность проведения тепловых и прочностных расчётов зарядов твердого ракетного топлива.	Знает методики и этапность проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов процессов в ракетных двигателях твёрдого топлива.	Контрольная работа
ПК-2.8	ИД-2ПК-2.8	Умеет проводить тепловые, прочностные и другие типы расчётов зарядов твердого ракетного топлива с использованием аналитических и численных методов исследования.	Умеет проводить газодинамические, тепловые и прочностные расчёты ракетных двигателей твёрдого топлива и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования.	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.8	ИД-3ПК-2.8	Владеет навыками проведения тепловых, прочностных и других типов расчётов зарядов твердого ракетного топлива с использованием аналитических и численных методов исследования с применением современных программных средств и анализа полученных результатов для принятия технических решений.	Владеет навыками проведения газодинамических, тепловых и прочностных расчётов ракетных двигателей твёрдого топлива и их элементов с использованием аналитических и численных методов исследования с применением современных программных средств и анализа полученных результатов для принятия технических решений.	Контрольная работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	9	9	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Основы проектирования твердотопливных зарядов	10	5	8	38
<p>Введение. Цели и задачи дисциплины, структура курса, рекомендуемая литература.</p> <p>Тема 1. Цели и задачи проектирования заряда. Требования к твердотопливному заряду. Цели проектирования заряда. Этапы проектирования заряда.</p> <p>Тема 2. Классификация зарядов твердых ракетных топлив. Характеристики формы заряда. Классификация зарядов твердых ракетных топлив. Некоторые конфигурации зарядов и их характеристики.</p> <p>Основы расчета поверхности горения.</p> <p>Тема 3. Технология изготовления зарядов твердых ракетных топлив. Баллиститные топлива. Смесевые топлива.</p> <p>Тема 4. Расчет зарядов твердых ракетных топлив на прочность. Задача Ламе. Основные нагрузки, действующие на заряд. Расчет вкладного заряда. Прочностнокрепленный заряд.</p> <p>Тема 5. Воспламенители. Основные требования. Воспламенительные составы. Конструкция. Иницирующие устройства. Модели определения массы воспламенительного состава.</p> <p>Тема 6. Бронирующие покрытия и защитно-крепящие слои. Назначение, материалы, основные характеристики.</p>				
Основные конструкции твердотопливных зарядов	8	4	6	25
<p>Тема 7. Трубчатый заряд, телескопический заряд, заряд торцевого горения. Варианты конструкции. Поверхность горения. Достоинства и недостатки.</p> <p>Тема 8. Канально-щелевой заряд. Варианты конструкции. Поверхность горения. Достоинства и недостатки.</p> <p>Тема 9. Заряд с каналом звездообразного сечения, «вагонное колесо», комбинированные заряды. Варианты конструкции. Поверхность горения. Достоинства и недостатки.</p> <p>Тема 10. Другие формы зарядов. Варианты конструкции. Достоинства и недостатки. Область применения.</p>				
ИТОГО по 8-му семестру	18	9	14	63
ИТОГО по дисциплине	18	9	14	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет выгорания типовых элементов твердотопливного заряда.
2	Оценка прогрессивности горения трубчатого заряда. Обеспечение нейтрального закона изменения поверхности горения.
3	Оценка прогрессивности горения телескопического заряда. Обеспечение нейтрального закона изменения поверхности горения.
4	Оценка прогрессивности горения заряда торцевого горения. Обеспечение нейтрального закона изменения поверхности горения.
5	Расчет поверхности горения и оценка дегрессивных остатков заряда с каналом звездообразного сечения.
6	Расчет на прочность вкладного заряда.
7	Расчет навески воспламенителя.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Расчет прочности заряда по отраслевой методике.
2	Расчет полей тепловых напряжений в заряде методом конечных разностей.
3	Расчет поверхности горения канально-щелевого заряда со сквозными щелями.
4	Расчет поверхности горения канально-щелевого заряда с не сквозными щелями.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Абугов Д. И. Теория и расчет ракетных двигателей твердого топлива : учебник для вузов / Д. И. Абугов, В. М. Бобылев. - М.: Машиностроение, 1987.	14
2	Ерохин Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей : учебник для вузов / Б. Т. Ерохин. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015.	26

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Пальчиковский В. Г. Проектировочный расчет на прочность скрепленного заряда : учебное пособие / В.Г. Пальчиковский. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1998.	12
2	Шапиро Я.М. Основы проектирования ракет на твердом топливе / Я.М. Шапиро, Г.Ю. Мазинг, Н.Е. Прудников. - М.: Воениздат, 1968.	10
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Евграшин Ю. Б. Проектирование и отработка ракетных двигателей на твёрдом топливе : учебное пособие для вузов / Ю. Б. Евграшин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2402	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Пальчиковский В. Г. Основы проектировочного расчета внутренней баллистики маршевого РДТТ : учебное пособие для вузов / В.Г. Пальчиковский. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2000.	http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=3744	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютеры	12
Лекция	Компьютеры	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Компьютеры	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Проектирование зарядов твердых ракетных топлив»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Специальность:	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация программы специалитета	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
Квалификация выпускника:	инженер
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
Форма обучения:	очная

Курс: 4

Семестр(ы): 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 8 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Проектирование зарядов твердых ракетных топлив». Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1.2. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 8-го семестра учебного плана и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и сдаче отчетов по лабораторным работам. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Экзамен
Усвоенные знания					
3.1 знать цели, задачи и этапы проектирования заряда твердых ракетных топлив		ТО1		КР1	ТВ
3.2 знать классификацию и характеристики зарядов твердых ракетных топлив		ТО1		КР1	ТВ
3.3 знать основные этапы технологии изготовления зарядов твердых ракетных топлив		ТО2		КР2	ТВ
3.4 знать основные нагрузки и опасные зоны действия этих нагрузок на заряд		ТО3		КР3	ТВ
3.5 знать конструкцию и классификацию воспламенительных устройств		ТО4		КР4	ТВ
3.6 знать виды бронирующих покрытий и защитно-крепящих слоев и этапы технологии их изготовления		ТО5		КР5	ТВ
3.7 знать основные виды конструкций твердотопливных зарядов		ТО6		КР6	ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь выполнять расчет выгорания типовых элементов твердотопливного заряда	С1			КР1	ПЗ

У.2 уметь выполнять оценку прогрессивности горения зарядов разной формы	С1			КР1	ПЗ
У.3 уметь выполнять оценку дегрессивных остатков горения зарядов разной формы	С2			КР1	ПЗ
У.4 уметь выполнять расчет массы навески воспламенителя	С3			КР4	ПЗ
У.5 уметь определить условия обеспечения нейтрального закона изменения поверхности горения зарядов разной формы	С4			КР6	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеть навыками расчета на прочность вкладного и скрепленного заряда				ОЛР1	КЗ
В.2 владеть навыками расчета полей тепловых напряжений в заряде				ОЛР2	КЗ
В.3 поверхности горения канально-щелевого заряда со сквозными щелями				ОЛР3	КЗ
В.4 владеть навыками расчета поверхности горения канально-щелевого заряда с не сквозными щелями				ОЛР4	КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

– входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

– текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

– промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 10 рубежных контрольных работ (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины: КР 1, 2, 3, 4, 5 – по модулю 1 «Основы проектирования твердотопливных зарядов», КР 6 – по модулю 2 «Основные конструкции твердотопливных зарядов».

Типовые задания КР:

1. Классификация зарядов твердых ракетных топлив.
2. Основные характеристики оценки формы заряда.
3. Привести основные конструкции воспламенителей.
4. Порядок расчета прочноскрепленного заряда на прочность.
5. Перечислить основные способы снижения прогрессивности горения заряда.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех

лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам.

Экзаменационный билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций. Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные данные, указываемые в требованиях, предъявляемых к топливному заряду РДТТ.
2. Классификация зарядов твердого топлива.
3. Баллистические требования к воспламенителям устройствам.
4. Основные нагрузки и опасные зоны при оценке прочности вкладного заряда.
5. Разделки на торцах заряда: назначение, схемы.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Привести схему комбинированного заряда, скрепленного с камерой сгорания, обеспечивающего отсутствие дигрессивных остатков.
2. Выполнить расчет массы воспламенительного состава по модели Победоносцева, если начальный свободный объем камеры сгорания равен $0,4 \text{ м}^3$, а начальная поверхность воспламенения основного заряда равна $2,5 \text{ м}^2$.
3. Построить схему выгорания щелевой части заряда с несквозными щелями во 2-й фазе горения.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. При заданных в текстовом файле начальных параметрах заряда и свойствах топлива провести расчет напряженно-деформированного состояния в зоне контакта заряда с корпусом в середине заряда.
2. При заданных в текстовом файле начальных параметрах заряда со звездообразным каналом и свойствах топлива провести расчет поверхности горения.
3. При заданных в текстовом файле начальных параметрах заряда с несквозными щелями и свойствах топлива провести расчет поверхности горения щелевой части заряда.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-бальной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Специальность
24.05.02 «Проектирование авиационных и
ракетных двигателей»
Специализация
Проектирование ракетных двигателей твердого
топлива
Кафедра
«Ракетно-космическая техника и
энергетические системы»
«Проектирование зарядов твердых
ракетных топлив»

БИЛЕТ № 1

1. Принимаемые допущения при расчете поверхности горения. Горение основных элементов (*контроль знаний*).
2. Определить коэффициент прогрессивности горения трубчатого заряда со следующими геометрическими параметрами: внешний диаметр заряда 0,3 м; диаметр канала 0,1 м; длина заряда 2 м. Заряд горит по каналу и обоим по торцам (*контроль умений*).
3. Провести расчет напряжение смятия в зоне контакта вкладного заряда с опорной решеткой при следующих условиях: давление у переднего днища 8 МПа, внешний диаметр цилиндрической шашки 0,4 м, диаметр канала цилиндрической шашки 0,2 м, длина шашки 1,5 м, плотность топлива 1750 кг/м^3 , осевая перегрузка 20g (*контроль умений и владений*).

Составитель _____
(подпись)

Пальчиковский В.В.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Соколовский М.И.

« ____ » _____ 202_ г.