

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: Теория горения ракетных топлив
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
(код и наименование направления)

Направленность: Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена
двигателей летательных аппаратов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование профессиональных компетенций, связанных с разработкой камеры сгорания двигателя летательного аппарата и оптимизацией протекающих в ней процессов горения топлив; формирование научно-технического мировоззрения на основе знания особенностей сложных технических систем; воспитание навыков технической культуры.

Задачи дисциплины:

- изучение основ теории горения;
- изучение особенностей процессов горения ракетных топлив;
- формирование навыков расчёта камеры сгорания двигателей летательных аппаратов;
- овладение методологией проектирования камеры сгорания двигателей летательных аппаратов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- ракетные топлива;
- термодинамика горения ракетных топлив;
- основные процессы горения ракетных топлив: смесеобразование, воспламенение, горение, распространение пламени;
- методология проектирования и расчёта камер сгорания ДЛА.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает: – физико-химические свойства и энергетические характеристики ракетных топлив, основные процессы их горения, условия работы камеры сгорания; – термогазодинамические законы горения ракетных топлив.	Знает теоретические основы рабочих процессов в ракетных двигателях.	Дифференцированный зачет
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет проводить термогазодинамические расчёты процессов горения ракетных топлив.	Умеет пользоваться современными вычислительными пакетами для моделирования рабочих процессов в ракетных двигателях и их агрегатах.	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-1.1	ИД-ЗПК-1.1	Владеет методами расчёта и анализа процессов горения ракетных топлив.	Владеет навыками постановки исследовательских задач, планирования и проведения вычислений, анализа и обобщения результатов моделирования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при проектировании ракетных двигателей.	Отчёт по практическом у занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теория горения жидких ракетных топлив	16	9	9	54
<p>Введение. История развития теории горения. Связь теории горения с другими дисциплинами. Основные задачи теории горения ракетных топлив. Тема 1. Классификация и характеристика жидких ракетных топлив Основные понятия: компоненты, одно-, двух-, трехкомпонентные топлива; горючие, окислители. Топлива основные, пусковые, вспомогательные; самовоспламеняющиеся и несамовоспламеняющиеся. Высокотемпературные и низкотемпературные (криогенные) компоненты топлива. Топлива длительного и кратковременного хранения. Физико-химические свойства компонентов: химическая формула, плотность, температуры плавления и кипения; критические температура и давление; теплота испарения, энтальпия образования; теплоёмкость, теплопроводность, вязкость; токсичность. Энергетические характеристики: теплота сгорания (разложения для однокомпонентных топлив), удельный импульс (массовый и объёмный). Стехиометрическое соотношение компонентов топлива, коэффициент избытка окислителя, бедная и богатая смесь компонентов. Тема 2. Термодинамика горения Термодинамические характеристики: температура, давление, химический состав продуктов сгорания. Модель термодинамических процессов. Гомогенная и гетерогенная смесь. Термическая диссоциация и ионизация продуктов сгорания. Химическое и фазовое равновесие. Равновесные и замороженные параметры продуктов сгорания. Термодинамический расчёт. Исходные данные для расчёта: элементный состав топлива (условная формула топлива или его компонентов), энтальпия компонентов топлива. Методы термодинамического расчёта. Анализ результатов. Тема 3. Смесеобразование Общие сведения о смесеобразовании. Ввод, распределение, распыление, смешение компонентов топлива. Форсунки: жидкостные, газовые и газожидкостные; струйные, центробежные и струйно-центробежные; одно- и двухкомпонентные. Характеристики распыления жидких компонентов топлива: тонкость (мелкость) и однородность распыла; спектр распыла, средние, медианные и максимальные размеры капель. Факел распыла, его форма и дальность. Эпюра расходонапряжённости форсунки. Струйные</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>форсунки. Коэффициент расхода, угол распыла. Центробежные форсунки. Коэффициент расхода, угол распыла. Геометрические характеристики форсунки.</p> <p>Тема 4. Физика и химия горения</p> <p>Горючая смесь. Воспламенение горючей смеси. Параметры воспламенения: температура воспламенения, период (время) задержки (период индукции) воспламенения, концентрационные пределы воспламенения. Скорость химической реакции. Закон Аррениуса. Условие самовоспламенения горючей смеси (условие Семёнова). Вынужденное воспламенение (зажигание) горючей смеси. Границы (пределы) воспламенения. Самовоспламенение компонентов пусковых топлив. Электроискровое и факельное зажигание. Горение горючей смеси. Гомогенное и гетерогенное горение. Диффузионное квазигетерогенное горение (диффузионное горение капель жидкого горючего в газообразном окислителе).</p> <p>Тема 5. Распространение пламени</p> <p>Развитие процесса горения, пламя. Типы пламён: ламинарное, ламинарное диффузионное, турбулентное; пламя при горении капли (взвеси) жидкого горючего в окислительном газе. Процесс ламинарного распространения пламени. Скорость распространения пламени. Видимая и нормальная скорость пламени. Фронт пламени. Структура фронта пламени. Зависимость нормальной скорости от параметров горючей смеси. Турбулентное горение. Распространение пламени в турбулентном потоке. Турбулентный перенос тепла и вещества. Турбулентный фронт пламени и скорость его распространения. Параметры турбулентности потока смеси: средняя и пульсационная скорости, степень (интенсивность) турбулентности (число Кармана); эйлеров и лагранжев масштаб турбулентности; время турбулентного смешения. Мелкомасштабная и крупномасштабная турбулентность. Два механизма турбулентного горения, связанные с масштабом турбулентности. Стабилизация пламени. Рециркуляционные потоки. Зона обратных токов.</p>				
Теория горения твёрдых ракетных топлив	16	9	9	54
<p>Тема 6. Классификация и характеристика твёрдых ракетных топлив</p> <p>Основные понятия: заряд твёрдого ракетного топлива, поверхность горения, бронирующее покрытие; гомогенные (двухосновные) и</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>гетерогенные (смесевые) твёрдые ракетные топлива. Энергетические характеристики: теплота сгорания, удельный импульс (массовый и объёмный). Физико-химические и физико-механические свойства: химический состав, коэффициент теплопроводности, плотность, эластичность, предел прочности, относительное удлинение и модуль упругости. Внутрибаллистические характеристики: скорость горения, её зависимость от давления и начальной температуры топлива. Двухосновные топлива (баллиститы и кордиты) – твёрдые растворы органических веществ. Основной состав: нитроцеллюлоза (коллоид) и нитроглицерин (растворитель). Добавки: пластификаторы, стабилизаторы, катализаторы. Смесевые топлива – механическая смесь кристаллического окислителя и полимерного горючего-связующего. Смесевые металлизированные топлива: добавки – мелкодисперсные металлические порошки (алюминий, магний, бор и их сплавы).</p> <p>Тема 7. Процессы горения твёрдых ракетных топлив Механизм стационарного горения. Схема горения: волна горения, зоны горения (нагрев в твёрдой фазе, физико-химические превращения в твёрдой фазе, парогазокапельная, зона газофазных реакций, светящееся пламя). Законы скорости стационарного горения. Зависимость скорости горения от основных факторов: влияние давления (степенной закон, показатель степени), влияние начальной температуры топлива. Условие стационарного горения. Эрозионное горение. Методы регулирования скорости горения. Металлосодержащие смесевые топлива. Процесс агломерации. Горение частиц металлов в камере сгорания.</p>				
ИТОГО по 3-му семестру	32	18	18	108
ИТОГО по дисциплине	32	18	18	108

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Термодинамический расчёт. Исходные данные для расчёта
2	Струйные форсунки. Расчёт геометрии канала форсунки
3	Условие самовоспламенения горючей смеси

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Расчёт нормальной скорости распространения фронта пламени
5	Стабилизация фронта пламени
6	Основной состав баллистических и смесевых топлив
7	Зависимость скорости горения твёрдых ракетных топлив от основных факторов
8	Условие стационарного горения твёрдого ракетного топлива

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Термодинамический анализ процессов в камере сгорания ЖРД
2	Термодинамический анализ процессов в камере сгорания РДТТ
3	Определение нормальной скорости распространения пламени в горючей смеси природный газ-воздух
4	Исследование горения горючей смеси
5	Исследование турбулентного фронта пламени
6	Смесевые металлизированные топлива
7	Горение частиц металлов в камере сгорания РДТТ

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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	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	Алемасов В. Е. Теория ракетных двигателей : учебник для вузов / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин. - М.: Машиностроение, 1989.	28
2	Основы практической теории горения : учебное пособие для вузов / В. В. Померанцев [и др.]. - Ленинград: Энергоатомиздат, 1986.	5
3	Франк-Каменецкий Д. А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д. А. Франк-Каменецкий. - Москва: Наука, 1987.	6
4	Франк-Каменецкий Д. А. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике : учебник / Д. А. Франк-Каменецкий. - Долгопрудный: Интеллект, 2008.	8
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. Ю. Петрова ; Р. В. Бульбовича. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
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)
Основная литература	Ерохин Б. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lan60037	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.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
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 Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.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/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---	-------------------

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

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Теория горения ракетных топлив»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена двигателей летательных аппаратов
Квалификация выпускника:	магистр
Выпускающая кафедра:	Ракетно-космическая техника и энергетические системы
Форма обучения:	очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Дифф. зачёт: 3 семестр.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. 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. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные 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, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. 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		Итоговый
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Зачёт
Усвоенные знания					
З.1 знать физико-химические свойства и энергетические характеристики топлив, основные процессы их горения, условия работы камеры сгорания ракетного двигателя; методы расчёта процессов сжигания топлив, способы повышения их энергетической эффективности и надёжности	С	ТО		КР	ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь формулировать критерии оптимизации процессов сжигания топлив и конструкторские мероприятия, для обеспечения высокой энергетической эффективности и надёжности камер сгорания ракетных двигателей			ОЛР	КР	ПЗ
Приобретенные владения					
В.1 владеть перспективными методиками исследования процессов сжигания топлив, методами расчёта повышения энергетической эффективности и надёжности камер сгорания ракетных двигателей			ОЛР		ПЗ

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

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта, проводимая с учётом 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 бланчного 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-балльной 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 7 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 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Теория горения жидких ракетных топлив», вторая КР – по модулю 2 «Теория горения твёрдых ракетных топлив».

Типовые задания первой КР:

1. Дать общую характеристику ракетных топлив
2. Описать основные процессы горения топлив.
3. Рассмотреть особенности горения гомогенной и гетерогенной смесей.
4. Рассмотреть термодинамику горения топлив.
5. Провести анализ процессов распространение пламени в горючей смеси.

Типовые задания второй КР:

1. Классификация и характеристика твёрдых ракетных топлив.
2. Двухосновные топлива (баллиститы и кордиты).
3. Смесевые топлива.
4. Смесевые металлизированные топлива.
5. Процессы горения твёрдых ракетных топлив.

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

2.3 Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4 Промежуточная аттестация

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.

2.4.1 Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2 Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. 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 дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

2.4.3 Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Общая характеристика ракетных топлив.
2. Основные процессы горения топлива.
3. Термодинамика горения.
4. Физика и химия горения.
5. Распространение пламени.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Выполнить анализ составов горючей смеси в камере сгорания ракетного двигателя
2. Провести термодинамический анализ процессов в камере сгорания ЖРД.
3. Провести термодинамический анализ процессов в камере сгорания РДТТ.
4. Рассмотреть условия воспламенения горючей смеси керосин-воздух.
5. Рассмотреть условия воспламенения горючей смеси природный газ-воздух.

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

2.4.4 Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета 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 зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.