

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Кафедра А8 «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»  
(наименование)



ПРЕДТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР и ИР  
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова  
С.А. Матвеев  
2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки)

Специальность: 2.5.15 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки  
летательных аппаратов

Санкт-Петербург  
2022 г.

## **1. Цель изучения дисциплины**

Цель обучения по программе – подготовка специалистов-исследователей высшей квалификации для

**научно-исследовательской деятельности** в сфере науки, техники, технологий и педагогики, охватывающей совокупность задач, решаемых по направленности Тепловые и электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов;

**преподавательской деятельности** по образовательным программам высшего образования.

## **2. Задачи дисциплины**

развить способность проводить научные исследования по отдельным разделам (заданиям) научной работы в качестве ответственного исполнителя или совместно с научным руководителем

сформировать готовность к проведению фундаментальные исследования в области теории преобразования различных видов энергии в механическую энергию направленного поступательного движения рабочего тела двигателей, аэро-, плазмо- и термогазодинамики, систем контроля и управления качеством рабочего процесса, диагностики материальной части авиационной и ракетно-космической техники;

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы аспирантуры**

Дисциплина относится к базовым дисциплинам программы аспирантуры, обязательным для освоения обучающимся независимо от индивидуальной направленности выпускной квалификационной работы, которую он осваивает.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 3 зачётных единиц (з.е.) или 108 академических часа, процесс освоения включает 40 часов аудиторных занятий и 54 часов самостоятельной работы, 14 часов контроля.

## **4. Требования к результатам освоения дисциплины**

**В результате изучения дисциплины аспирант должен:**

**Знать:**

- методы термогазодинамического моделирования авиационных и ракетных двигателей и методы моделирования их жизненного цикла и энергетических установок;
- методы оценки калорических свойств твердых, жидких и газообразных веществ;
- основные модели энергообеспечения внутрикамерной неустойчивости процессов камерах РД; условия устойчивости равновесия гомогенных и многофазных термодинамических систем;
- основы химической термодинамики;
- основные вопросы термодинамики необратимых процессов;

- математическое описание процессов диффузии и методы решения соответствующих краевых задач на основе линейной и нелинейной модели;
- математическое моделирование диффузионных процессов при наличии физико-химических переходов;
- концептуальные модели представлений о механизмах формирования электрофизических отображений на разных стадиях реализации рабочего процесса в камерах РД;
- механизмы, обосновывающие информативную и диагностическую содержательность электрофизической информации, отображающей рабочий процесс в камерах РД;
- способы использования регистрируемой зондовыми измерениями на стадии истечения ПС в потоке за срезом сопла отображающей процесс в камере электрофизической информации, в целях диагностики

**Уметь:**

- выполнять термогазодинамическое моделирование авиационных ГТД
- использовать закономерности равновесия и устойчивости при анализе исследуемого процесса;
- устанавливать зависимости и закономерности термических и калорических свойств используемых в экспериментах веществ;
- формировать краевую задачу для диффузионного процесса;
- проводить математическое моделирование диффузионных процессов при наличии физико-химических переходов;

**Владеть:**

- представлениями об основных механизмах энергоподпитки внутрикамерной ВЧ-неустойчивости процессов в камерах ракетных двигателей;
- навыками моделирования жизненного цикла авиационных и ракетных двигателей, а также энергетических установок;
- навыками определения условий устойчивости равновесия гомогенных и гетерических термодинамических систем;
- навыками определения термических и калориметрических свойств твердых, жидких и газообразных веществ;
- навыками математического описания процессов диффузии, методами решения соответствующих краевых задач на основе линейной и нелинейной модели; а также математического моделирования диффузионных процессов при наличии физико-химических переходов.

**5. Объем и вид учебной работы**

Виды учебной работы	Трудоемкость (часы)	Семестры (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)	108	7



В том числе:		
Лекции	40	7
Практические занятия	14	7
Самостоятельная работа (всего)	54	7
Формы аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)	экзамен	7
Общая трудоемкость дисциплины	Часы	ЗЕТ
	108	7

## 6. Содержание дисциплины

### 6.1. Содержание раздела дисциплины

Содержание дисциплины	Основное содержание раздела
1 Процесс горения химических ракетных топлив и методы его исследования:	Общая характеристика процесса горения и его влияние на качество ракетного двигателя; Аппарат равновесной термодинамики как инструмент определения характеристик продуктов сгорания топлива; Основные положения неравновесной термодинамики; Информационное обеспечение моделирования процесса горения; Принципы создания формальных математических моделей; Разработка математических моделей, базирующихся на использовании фундаментальных законов сохранения.
2 Теоретические основы структурно-параметрической оптимизации	3.1 Методология системного анализа и проектирования энергодвигательных систем космических аппаратов; 3.2 Математические методы оптимизации структуры и параметров энергодвигательных установок; 3.3. Математические модели и методы оптимизации специализированных энергодвигательных систем; 3.4 Математические модели и методы оптимизации универсальных энергодвигательных систем.
3 Электрофизические основы внутрикамерных процессов ракетных двигателей	4.1 Рабочее тело РД - низкотемпературная плазма; 4.2 .Механизм формирования электрофизических отображений (ЭФО) внутрикамерных параметрических нестационарностей; 4.3 Двигательная электризация; 4.5 Формирование ЭФО на стадии истечения ПС в ОП; 4.6 Информационная и диагностическая содержательность ЭФО.

	<p>4.7 Условия Внутреннего Энергетического Равновесия (УВЭР). Зарядовый канал управления состояниями материальных сред;</p> <p>4.8 Электрофизика внутрикамерных процессов как базовая основа для изыскания дополнительных</p>
4 Основы безопасности и риска при создании и испытаниях ракетных двигателей.	<p>5.1 Опасности и масштабы аварий при стендовой отработке и испытаниях двигателей больших тяг;</p> <p>5.2 Методы и способы снижения ущерба при испытании двигателей больших тяг;</p> <p>5.3 Системы и бортовые средства в составе ракетного двигателя для снижения масштабов аварий и катастроф при стендовой отработке двигателей больших тяг.</p>

## 6.2. Контролируемые учебные элементы

Разделы дисциплины	Знать	Уметь	Владеть
1 Процесс горения химических ракетных топлив и методы его исследования:	основы химической термодинамики; основные вопросы термодинамики необратимых процессов;	выполнять термогазодинамическое моделирование авиационных ГТД	навыками определения условий устойчивости равновесия гомогенных и гетерических термодинамических систем;
2 Теоретические основы структурно-параметрической оптимизации	методы термогазодинамического моделирования авиационных и ракетных двигателей и методы моделирования их жизненного цикла и энергетических установок; методы оценки калорических свойств твердых, жидких и газообразных веществ;	проводить математическое моделирование диффузионных процессов при наличии физико-химических переходов;	навыками математического описания процессов диффузии, методами решения соответствующих краевых задач на основе линейной и нелинейной модели; а также математического моделирования диффузионных процессов при наличии физико-химических переходов.
3 Электрофизические основы внутрикамерных процессов	концептуальные модели представлений о механизмах формирования электрофизических	устанавливать зависимости и закономерности термических и калорических свойств	- навыками определения термических и калорических свойств твердых,

<p>ракетных двигателей</p>	<p>отображений на разных стадиях реализации рабочего процесса в камерах РД; механизмы, обосновывающие информативную и диагностическую содержательность электрофизической информации, отображающей рабочий процесс в камерах РД; способы использования регистрируемой зондовыми измерениями на стадии истечения ПС в потоке за срезом сопла отображающей процесс в камере электрофизической информации, в целях диагностики</p>	<p>используемых экспериментах веществ;</p>	<p>в жидких и газообразных веществ;</p>
<p>4 Основы безопасности и риска при создании и испытаниях ракетных двигателей.</p>	<p>методы термогазодинамического моделирования авиационных и ракетных двигателей и методы моделирования их жизненного цикла и энергетических установок;</p>	<p>выполнять термогазодинамическое моделирование авиационных ГТД</p>	<p>навыками моделирования жизненного цикла авиационных и ракетных двигателей, а также энергетических установок;</p>



### 6.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ дисциплинарного модуля/раздела	Часы по видам занятий			Всего:
	Лекции	Практич. занятия	Сам. работа	
1. Процесс горения химических ракетных топлив и методы его исследования:				
	1	9	15	25
2. Теоретические основы структурно-параметрической оптимизации				
	1	9	15	25
3. Электрофизические основы внутрикамерных процессов ракетных двигателей				
	1	9	12	22
4. Основы безопасности и риска при создании и испытаниях ракетных двигателей.				
	1	9	12	22
ИТОГО	4	36	54	94

**7. Ресурсное обеспечение.** (Кадровый потенциал, материально-техническое оснащение, образовательные технологии, формы, методы и способы обучения).

Кафедра А8 «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по научной специальности 2.5.15 Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов в соответствии с ФГТ.

#### 7.1. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведется с применением метода активных лекций (лекция-гипотеза, лекция-дискуссия).

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

1. Облачные хранилища данных.
2. Локальная сеть университета.
3. Глобальная сеть Интернет

#### 7.2. Материально-техническое оснащение

Кабинет материальной части кафедры.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

#### 7.3. Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Office.
2. Для выполнения практических работ и самостоятельной работы необходимы следующие программные системы, установленные на персональных компьютерах:
  - система автоматизированного проектирования-CAD система;
  - система инженерного анализа конструкций-CAE система;

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Основная литература

1 Ассовский, Игорь Георгиевич. Физика горения и внутренняя баллистика [Текст] : учебное пособие для вузов / И. Г. Ассовский ; Рос. акад. наук, Ин-т химич. физики. - М. : Наука, 2005. - 358 с. : ил., граф. - Об авторе: на обл. - Библиогр. в конце глав. - Указатель обознач.: с. 17-19. - Приложение: с. 348-349. - Выводы в конце глав. - Анн., огл. парал. рус., англ. - Дополнит. титульн. лист на англ. яз. - ISBN 5-02-006395-9 (11 экз.)

2 Добровольский, Мстислав Владимирович. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Текст] : учебник для вузов / М. В. Добровольский ; ред. Д. А. Ягодников. - 3-е изд., доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. - 460 с. : граф., схемы, табл., фот. - (Техническая физика и энергомашиностроение). - Об авторе: послед. с. обл. - Библиогр.: с. 447-449. - Предмет. указ.: с. 450-454. - Прил.: с. 455-458. - ISBN 978-5-7038-4145-7 (100 экз.)

3 Параметры продуктов сгорания в камере и на срезе сопла ракетного двигателя [Текст] : методические указания к лабораторной работе / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост. В. А. Бабук. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. : [б. и.], 2007. - 18 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 17 (139 экз.)

4 Рогов, Николай Григорьевич. Смесевые ракетные твёрдые топлива. Компоненты. Требования. Свойства [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. Г. Рогов, М. А. Ищенко ; СПб гос. технологич. ин-т (Технич. ун-т). Каф. химии и технологии высокомолекулярных соединений. - СПб. : СПбГТИ (ТУ), 2005. - 196 с. : ил., табл. - Об авторах: в конце кн. - Библиогр.: с. 193. - ISBN 5-98408-037-0 (35 экз.)

5 Рогов, Николай Григорьевич. Физико-химические свойства порохов и твёрдых ракетных топлив [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. Г. Рогов, Ю. А. Груздев ; СПб гос. технологич. ин-т (Технич. ун-т). Каф. химии и технологии высокомолекулярных соединений. - СПб. : СПбГТИ (ТУ), 2005. - 200 с. : ил., табл. - Об авторах: в конце кн. - Библиогр.: с. 197. - ISBN 5-98408-036-2 (35 экз.)

6 Моделирование систем [Текст] : учебник для вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М. : Академия, 2009. - 316 с. : граф., схемы, табл. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 313-314. - Библиогр. в подстроч. прим. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 978-5-7695-4737-9 (8 экз.)

7 Аттетков, Александр Владимирович. Методы оптимизации [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - М. : Инфра-М : РИОР, 2013. - 269 с. : граф., табл. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 260-265. - Указ. обознач.: с. 7-8. - Вопросы в конце глав. - Предмет. указ.: с. 266-269. - ISBN 978-5-369-01037-5 (10 экз.)

8 Алемасов, Вячеслав Евгеньевич. Теория ракетных двигателей [Текст] : Учебник для ВУЗов / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегалин, А. П. Тишин; Ред. В. П. Глушко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1989. - 464 с. : ил. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 450 - 451. - Предметный указ. : с. 452 - 457. - ISBN 5-217-00358-8 (106 экз.)

9 Разработка РДТТ с оптимальными параметрами [Текст] : методические указания к курсовому проектированию [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост. А. Я. Соляр. - СПб. : [б. и.], 2013. - 15 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 14. (44 экз.)

10 Франк-Каменецкий, Давид Альбертович. Лекции по физике плазмы [Текст] : учебное пособие для вузов / Д. А. Франк-Каменецкий. - Изд. 2-е. - М. : Атомиздат, 1968. -



286 с. : граф. - Библиогр.: с. 279-280. - Указатель обознач.: с. 5-7. - Приложения: с. 267-278. - Предм. указ.: с. 281-283. - Задачи в конце гл

11 Пинчук, Владимир Афанасьевич. Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей [Текст] / В. А. Пинчук ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2008. - 124 с. : граф., схемы. - Библиогр. в конце разд. - Принятые обознач.: с. 5. - Приложение: с. 87-121. - ISBN 978-5-85546-410-8 (10 экз.)

12 Пинчук, Антон Владимирович. Шаровая молния: физические основы, концепция представлений [Текст] / А. В. Пинчук, В. А. Пинчук ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - АВТ. РЕД. - СПб. : [б. и.], 2011. - 98 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 69-70, 96. - Дополнит. титульн. лист, оборот титульн. листа на англ. яз. - Принят. обознач.: с. 9. - Прил.: с. 71-95. - ISBN 978-5-85546-591-4 (6 экз.)

### **8.1.1. Электронные учебные издания (учебники, учебные пособия).**

1 Бабук, Валерий Александрович. Измерение температуры с помощью термпар [Электронный ресурс] : методическое руководство по курсу "Физические основы получения информации" / В. А. Бабук ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2007. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы. - (ЭБС ВОЕНМЕХ). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr00793.pdf.

2 Норенков, Игорь Петрович. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] : учебник для вузов / И. П. Норенков. - 4-е изд., перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 430 с. : цв. - (ЭБС Айбукс). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/364105/reading> (дата обращения: 08.12.2020). - Текст: электронный.

3 Добровольский, Мстислав Владимирович. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Электронный ресурс] : учебник для вузов / М. В. Добровольский ; ред. Д. А. Ягодников. - 3-е изд., доп. - Электрон. текстовые дан. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. - 1 с. - (ЭБС Айбукс). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/363907/reading> (дата обращения: 09.12.2020). - Текст: электронный.

4 Пинчук, Владимир Афанасьевич. Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей [Электронный ресурс] / В. А. Пинчук ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2008. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы. - (ЭБС ВОЕНМЕХ). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr01258.pdf. - Библиогр. в конце разд. - Принятые обознач.: с. 5. - Приложение: с. 87-121. - ISBN 978-5-85546-410-8

5 Пинчук, Антон Владимирович. Шаровая молния: физические основы, концепция представлений [Электронный ресурс] / А. В. Пинчук, В. А. Пинчук ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2011. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - (ЭБС ВОЕНМЕХ). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr01642.pdf. - Библиогр.: с. 69-70, 96. - Дополнит. титульн. лист, оборот титульн. листа на англ. яз. - Принят. обознач.: с. 9. - Приложение: с. 71-95. - ISBN 978-5-85546-591-4

### **8.1.2. Электронные базы данных, к которым обеспечен доступ.**

<https://ibooks.ru/> - ЭБС "Айбукс";



<https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов;  
<https://e.lanbook.com/book/> - ЭБС "Лань";  
<http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> - Библиотека "ВОЕНМЕХ"

## 8.2. Дополнительная литература

- 1 Зверев, Игорь Николаевич. Газодинамика горения [Текст] / И. Н. Зверев, Н. Н. Смирнов. - М. : Изд-во МГУ, 1987. - 307 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 298-307
- 2 Алемасов, Вячеслав Евгеньевич. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках [Текст] : Учебное пособие для вузов / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дергалин, А. С. Черенков ; Федер. целевая программа Гос. поддержка интеграции высш. образ. и фундамент. науки. - М. : Химия, 2000. - 520 с. : ил. - Библиогр.: с. 515 - 517. - Предметный указ. : с. 517 - 520. - ISBN 5-7245-1167-3 (47 экз.)
- 3 Мелик-Гайказян, Ирина Вигеновна. Методология моделирования нелинейной динамики сложных систем [Текст] : монография / И. В. Мелик-Гайказян, М. В. Мелик-Гайказян, В. Ф. Тарасенко. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 272 с. : ил, граф. - Библиогр. в подстрочн. прим. - ISBN 5-9221-0087-4
- 4 Блох, Аркадий Григорьевич. Теплообмен излучением [Текст] : справочник / А. Г. Блох, Ю. А. Журавлёв, Л. Н. Рыжков. - М. : Энергоатомиздат, 1991. - 431 с. : граф., табл. - Библиогр.: с. 422 - 427. - Основные обозначен. : с. 6 - 8. - Приложения : с. 331 - 421. - ISBN 5-283-00118-0
- 5 Линеверг, Фритц. Измерение температур в технике [Текст] : справочник : пер. с нем. / Ф. Линеверг, Г. Бройниг [и др.] ; ред. Ф. Линеверг. - М. : Металлургия, 1980. - 543 с. : граф., рис., табл., фото. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. титульн. лист на нем. яз. - Приложение: с. 520-528. - Предметный указ.: с. 529-533 (3 экз.)
- 6 Линеверг, Фритц. Измерение температур в технике [Электронный ресурс] : справочник : пер. с нем. / Ф. Линеверг, Г. Бройниг [и др.] ; ред. Ф. Линеверг. - Электрон. текстовые дан. - М. : Металлургия, 1980. - 1 эл. жестк. диск : граф., рис., табл., фото. - (ЭБС ВОЕНМЕХ). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr01054.djvu. - Библиогр. в конце глав. - Дополнит. титульн. лист на нем. яз. - Приложение: с. 520-528. - Предметный указ.: с. 529-533
- 7 Бахман, Николай Николаевич. Горение гетерогенных конденсированных систем [Текст] / Н. Н. Бахман, А. Ф. Беляев ; Акад. наук СССР, Ин-т химич. физики. - М. : Наука, 1967. - 226 с. : граф., рис., табл., фото. - Библиогр.: с. 210-221. - Предметный указ.: с. 222-223
- 8 Мальцев, Владимир Михайлович. Основные характеристики горения [Текст] / В. М. Мальцев, М. И. Мальцев, Л. Я. Кашпоров. - М. : Химия, 1977. - 320 с. : граф., рис., табл., фото. - Библиогр. в конце глав
- 9 Ивахненко, Алексей Григорьевич. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным [Текст] / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Юрачковский. - М. : Радио и связь, 1987. - 119 с. : граф., рис., табл. - (Кибернетика). - Библиогр.: с. 117-118. - Библиогр. в подстроч. прим.
- 10 Пинчук, Владимир Афанасьевич. Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей [Текст] / В. А. Пинчук ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2008. - 124 с. : граф., схемы. - Библиогр. в конце разд. - Принятые обознач.: с. 5. - Приложение: с. 87-121. - ISBN 978-5-85546-410-8 (10 экз.)
- 11 Пинчук, Владимир Афанасьевич. Электрофизические отображения процессов в камерах тепловых энергопреобразователей [Электронный ресурс] / В. А. Пинчук ; БГТУ

"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2008. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы. - (ЭБС ВОЕНМЕХ). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr01258.pdf. - Библиогр. в конце разд. - Принятые обознач.: с. 5. - Приложение: с. 87-121. - ISBN 978-5-85546-410-8

12 Александров, Антон Аскольдович. Моделирование систем [Текст] : лабораторный практикум [для вузов] / А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2013. - 79 с. : граф., обр., схемы, табл. - Библиогр.: с. 69. - Прил.: с. 70-78. - ISBN 978-5-85546-739-0 (150 экз.)

13 Александров, Антон Аскольдович. Моделирование систем [Электронный ресурс] : лабораторный практикум [для вузов] / А. А. Александров, В. Ю. Емельянов, А. Г. Юрескул ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 1 эл. жестк. диск : граф., обр., схемы, табл. - (ЭБС ВОЕНМЕХ). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr01910.pdf. - Библиогр.: с. 69. - Прил.: с. 70-78. - ISBN 978-5-85546-739-0

14 Абрамович, Генрих Наумович. Прикладная газовая динамика [Текст] : в 2 ч. : Учебн. руководство для ВТУЗов / Г. Н. Абрамович. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. - ISBN 5-02-014961-6. Ч. 1. - 600 с. : граф., портр, рис., табл. - Библиогр.: с. 590 - 592. - Приложения : с. 566 - 589. - Резюме на англ. яз. - Именной указ. : с. 593 - 594. - Предметный указ. : с. 594 - 597. - ISBN 5-02-014015-5 (2 экз.)

15 Абрамович, Генрих Наумович. Прикладная газовая динамика [Текст] : в 2 ч. : Учебн. руководство для ВТУЗов / Г. Н. Абрамович. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. - ISBN 5-02-014961-6. Ч. 2. - 304 с. : граф., фото, рис., табл. - Библиогр.: с. 294 - 296. - Резюме на англ. яз. - Именной указ. : с. 297 - 298. - Предметный указ. : с. 298 - 301. - ISBN 5-02-014962-4 (2 экз.)

16 Абраменко, Геннадий Викторович. Применение системного анализа при исследовании сложных технических систем [Текст] / Г. В. Абраменко, Д. В. Васильков, А. И. Григорьев ; ред. И. Н. Торгун ; Центр. науч.-исслед. ин-т химии и механики. - М. : Изд-во ГНЦ ФГУП "ЦНИИХМ", 2010. - 255 с. : граф., схемы, табл., фото. - Библиогр.: с. 246-250. - Список сокращ.: с. 251. - ISBN 978-5-904586-02-7

**9. Аттестация по дисциплине.** Указывается форма аттестации (экзамен, зачет, зачет с оценкой) и методика проведения (этапы, способы оценивания ЗУН).

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме экзамена.

Вид контрольного мероприятия	Содержание материала	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объём (№№ разделов)
Собеседование	Процесс горения химических ракетных топлив и методы его исследования	5	1
Собеседование	Теоретические основы структурно-параметрической оптимизации	9	2



Собеседование	Электрофизические основы внутрикамерных процессов ракетных двигателей	14	3
Собеседование	Основы безопасности и риска при создании и испытаниях ракетных двигателей	19	4

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов.

#### **10. Фонд оценочных средств по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в УМК дисциплины