

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной  
деятельности и цифровизации

А.Е. Шашурин

подпись

«31» мая 2022 г.



**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ**  
**КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

<b>Направление подготовки/ специальность</b>	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов <small>(указывается индекс и наименование направления/специальности)</small>
<b>Специализация/профиль/ программа подготовки</b>	Аэродинамика, гидродинамика и процессы теплообмена двигателей летательных аппаратов
<b>Уровень высшего образования</b>	Магистратура <small>(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)</small>
<b>Форма обучения</b>	очная
<b>Факультет</b>	«А» Ракетно-космической техники <small>(указывается индекс и полное наименование факультета Университета)</small>
<b>Выпускающая кафедра</b>	А8 Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов <small>(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)</small>

Санкт-Петербург  
2022 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ  
/оборотная сторона титульного листа/

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС  
ВО) 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра А8 Двигатели и энергоустановки  
летательных аппаратов


индекс, наименование

Левихин А.А., к.т.н., доц.

Киршина А.А.

Русина А.А.

Ф.И.О., уч.степень, уч.звание

  
(подпись)


Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

А8 Двигатели и энергоустановки летательных  
аппаратов  
индекс, наименование

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_ Левихин А.А., к.т.н., доц. \_\_\_\_

Ф.И.О., уч.степень, уч.звание

  
(подпись)

## **1. Общие положения**

Итоговая (государственная итоговая) аттестация является завершающей стадией процесса подготовки.

Целью итоговой (государственной итоговой) аттестации является установление уровня подготовки выпускника Университета к выполнению профессиональных задач, соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

В ходе итоговой (государственной итоговой) аттестации выпускник должен продемонстрировать результаты обучения (знания, умения, навыки, компетенции), освоенные в процессе подготовки по данной образовательной программе.

## **2. Виды государственных аттестационных испытаний и формы их проведения**

Образовательной программой предусмотрена итоговая (государственная итоговая) аттестация в виде:

- подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы;

### **2.1 Подготовка и защита выпускной квалификационной работы**

Цель выпускной квалификационной работы – систематизация и закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных в ходе обучения.

Выпускная квалификационная работа – это комплексная самостоятельная работа с элементами самостоятельных исследований, включающая теоретический анализ проблемы (ситуации) и решение конкретных практических задач, вытекающих из нее.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

- углубление, закрепление и систематизация теоретических знаний выпускника, применение полученных знаний при решении практических комплексных профессиональных задач, связанных с будущей работой выпускников в профессиональных структурах, на предприятиях и в организациях;
- формирование и развитие способностей научно-исследовательской работы, в том числе умений получения, анализа, систематизации и оформления научных знаний;
- выявление степени подготовленности обучающихся к самостоятельной работе;
- приобретение опыта представления и публичной защиты результатов исследовательской деятельности;
- подготовка выпускника к дальнейшей профессиональной деятельности в зависимости от направления подготовки.

Выпускная квалификационная работа свидетельствует об уровне сформированности умений и компетенций обучающихся:

- обосновать степень актуальности исследования или разработки;
- четко формулировать проблему и тему исследования или разработки;
- определять цель и задачи, предмет и объект исследования или разработки;
- осуществлять отбор фактического материала, нормативно-технической документации, цифровых данных и других сведений;
- анализировать отобранный материал, статистические и другие данные, используя соответствующие методы обработки и анализа информации;
- делать научно обоснованные выводы по научным результатам работы и формулировать практические рекомендации;
- применять научные методы исследования;
- излагать свою точку зрения по дискуссионным вопросам, относящимся к теме исследования;
- делать выводы и разработать рекомендации на основе проведенного анализа;

- представлять основные положения работы, вести научную дискуссию, защищать научные идеи.

Общие требования к структуре, особенности подготовки и оформления выпускной квалификационной работы определяются Положениями о выпускных квалификационных работах по программе магистратуры.

## 2.2 Государственный экзамен

Государственный экзамен в состав ГИА по решению выпускающей кафедры по данному направлению подготовки не предусмотрен.

## 3. Структура и содержание этапов подготовки ВКР

Объем блока государственная итоговая аттестация составляет 9 з.е. (324 часа)

№ п/п	Разделы (этапы)	Ориентировочная трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля
1.	Выбор темы, построение гипотезы ВКР	20	Оформление задания на ВКР
2.	Сбор и отбор материала для подтверждения гипотезы ВКР	88	Проект рукописи ВКР
3.	Систематизация материалов, проведение расчетов, подготовка чертежей, схем	108	Проект рукописи ВКР
4.	Редактирование рукописи ВКР.	36	Проект рукописи ВКР
5.	Оценка ВКР, исправление замечаний	36	Отзыв на ВКР
6.	Подготовка к защите ВКР Сбор отзывов	36	ВКР
	<b>ИТОГО</b>	<b>324</b>	

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1. Основная литература (в том числе рекомендуемая для подготовки к ГЭ при его наличии)

- 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. - М. : Химия, 2000.
- Башта, Трифон Максимович. Расчёты и конструкции самолётных гидравлических устройств [Текст] / Т. М. Башта. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Оборонгиз, 1961. - 475 с. : граф., рис., табл. - Библиогр.: с. 471. - Библиогр. в подстроч. прим. - 2.02 р.
- Берлинер, Э.М. САПР в машиностроении: учебник для вузов/ Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов.- М.:Форум, 2010.
- Боднер, Василий Афанасьевич. Автоматика авиационных двигателей [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Боднер. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Оборонгиз, 1956. - 400 с. : табл., схемы, граф. - Библиогр.: с. 394-396. - 1.09 р.

5. Бошняк, Леонид Леонидович. Основы проектирования двигателей летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Л. Л. Бошняк, В. М. Тонышев. Ч. V : Автоматика и регулирование РД. - [Л.] : [б. и.], 1990. - 95 с. : схемы, граф. - Библиогр.: с. 93. - Обозначения: с. 3. - 0.65 р.
6. Волков, Алексей Николаевич. Расчёт аэродинамических и тепловых характеристик выпуклых тел в свободномолекулярном потоке газа [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Н. Волков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2004. - 55 с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 45. - Условные обозначен. : с. 7 - 9. - Домашнее задание : с. 42 - 45. - Приложения : с. 46 - 54. - 12.96 р.
7. Дорофеев, Анатолий Александрович. Основы теории тепловых ракетных двигателей: (Общая теория ракетных двигателей) [Текст] : учебник для вузов / А. А. Дорофеев. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. - 415 с. : ил., граф., табл. - Библиогр.: с. 407. - Сокращения: с. 10. - Указатель обознач.: с. 11-14. - Приложение: с. 383-406. - Предметный указ.: с. 408-410. - Указатель имен: с. 411. - ISBN 5-7038-1558-4 : 104.00 р.
8. Дрегалин, Анатолий Федорович. Общие методы теории высокотемпературных процессов в тепловых двигателях [Текст] : монография / А. Ф. Дрегалин, А. С. Черенков ; Ред. В. Е. Алемасов. - М. : Янус-К, 1997. - 328 с. : граф., ил, табл. - Библиогр.: с. 327 - 328. - Основные сокращения и условные обозначения с. 11 - 12. - ISBN 5-88929-038-X : 15.00 р.
9. Иващенко, Иван Александрович. Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей двигателей летательных аппаратов [Текст] : учебник для вузов / И. А. Иващенко, Г. В. Иванов, В. А. Мартынов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1992. - 336 с. : ил., граф., табл. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 331. - Предметный указ.: с. 332-333. - ISBN 5-217-01333-8 : 22.00 р.
10. Испытания авиационных двигателей: учебник для вузов/ В. А. Григорьев [и др.] ; ред.: В. А. Григорьев, А. С. Гишваров. - М.: Машиностроение, 2009.
11. Кузьмин, Владимир Алексеевич. Тепловое излучение в двигателях и энергетических установках [Текст] / В. А. Кузьмин ; Вят. гос. ун-т. - Киров : [б. и.], 2004.
12. Кулагин, Виктор Владимирович. Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок [Текст] : учебник для вузов / В. В. Кулагин. - М. : Машиностроение, 2002. - . Кн. 1 : Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ, Книга 2 : Основы теории ГТД. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики. - 2002. - 616 с. : табл., рис., граф. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 579 - 581. - В конце глав резюме, контрольные вопросы, задачи. - Осн. условные обознач. : с. 7 - 10. - Приложения : с. 582 - 600. - Предметный указ. : с. 601 - 604. - ISBN 5-217-03125-5 : 350.00 р. Параллельные издания: ЭБС Лань : Кулагин, Виктор Владимирович Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : учебник. - М. : Машиностроение, 2013. - 336 с. - ISBN 978-5-94275-693-2
13. Лаврухин, Геннадий Николаевич. Аэрогазодинамика реактивных сопел / Г. Н. Лаврухин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - . Том 1 : Внутренние характеристики сопел : монография. - , Изд. осуществлено при поддержке : Рос. фонда фундамент. исслед. - М., 2003. - 374 с. : ил. граф., табл. - Библиогр.: с. 365 - 372. - 85-летию со дня осн. Центр. аэрогидродинамич. ин-та посвящается. - ISBN 5-9221-0013-0 : 120.00 р.
14. Литвинов, Юрий Алексеевич. Характеристики и эксплуатационные свойства авиационных турбореактивных двигателей [Текст] / Ю. А. Литвинов, В. О. Боровик. - М. : Машиностроение, 1979. - 288 с. : граф., ил., табл. - Загл. на корешке : Характеристики и эксплуатационные свойства ТРД. - Библиогр.: с. 285 - 286. - Основные обозначения : с. 4 - 5. - 1.40 р.

15. Луков, Николай Михайлович. Автоматическое регулирование температуры двигателей [Текст] : учебное пособие для втузов / Н. М. Луков. - М. : Машиностроение, 1995.
16. Математические модели и алгоритмы для имитационного моделирования задач гидродинамики и аэродинамики [Текст] : учебное пособие для вузов / А. С. Козелков [и др.] ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева. - Нижний Новгород : [б. и.], 2014. - 163 с. : граф., схемы, табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-502-00491-6 : 200.00 р.
17. Мустейкис, Антон Иванович. Численное решение задач конвекции и диффузии [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 30 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 29. - ISBN 978-5-906920-60-7 : 12.76 р.
18. Основы проектирования двигателей летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие [для вузов : в 5 ч.] / Ленингр. мех. ин-т. - Л. : [б. и.], 1990. Ч. I : Обоснование типа и выбор рабочих параметров двигательной установки / В. А. Пинчук, В. А. Сиротко. - 1990. - 60 с. : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 60. - 0.43 р. Ч. II : Система подачи / Е. М. Виноградов, Е. С. Потехин. - 1990. - 78 с. : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 77. - 0.53 р. Ч. III : Проектирование камер / Е. С. Потехин, Ю. Н. Филимонов. - 1990. - 99 с. : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 96. - 0.63 р.
19. Парогазотурбинные установки: эжекторы конденсационных установок : учебное пособие для вузов / К. Э. Аронсон, А. Ю. Рябчиков, Д. В. Брезгин, И. Б. Мурманский. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 129 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09826-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492213>
20. Побелянский, Антон Викторович. Проектирование авиационных и ракетных двигателей с применением CAD/CAM/CAE-систем [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Побелянский, А. А. Левихин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2019. - 62 с. : обр., схемы, табл., фот. - Библиогр.: с. 61. - ISBN 978-5-907054-62-2 : 100.00 р.
21. Погорелов, Виктор Иванович. Нагрузки и нагрев беспилотных летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Погорелов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 227 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 223-225. - ISBN 978-5-85546-489-4 : 31.13 р.
22. Режимы горения материалов/ О. Ф. Шлёнский, В. С. Сиренко, Е. А. Егорова. - М.: Машиностроение, 2011. - 218 с. 2 экз.
23. Сахин В.В. Устройство и действие энергетических объектов. учебное пособие СПб., БГТУ "ВОЕНМЕХ", 2008. – 196с.
24. Стечкин, Борис Сергеевич. Теория тепловых двигателей [Текст] : избранные труды / Б. С. Стечкин ; гл. ред. Ю. С. Осипов ; ред. М. Н. Андреева [и др.]. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001.
25. Теория камеры сгорания/ А. В. Григорьев [и др.] ; ред. О. А. Рудаков. - СПб.: Наука, 2010. - 228 с.: граф., схемы, табл.. - Библиогр.: с. 221-225.
26. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок : учебник для вузов / В. Л. Иванов [и др.] ; ред. А. И. Леонтьев. - Изд. 2-е, стереотип. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 592 с. : граф., ил, табл. - Условные обозначения и сокращения: 4-6. - Предметный указ.: с. 578-581. - ISBN 5-



28. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания, Справочник под ред. В.П.Глушко, т.1, М., ВИНТИ, 1971.
29. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания, Справочник под ред. В.П.Глушко, т.1, М., ВИНТИ, 1971.
30. Штехер, Михаил Сергеевич. Топлива и рабочие тела ракетных двигателей [Текст] : учебное пособие для вузов / М. С. Штехер. - М. : Машиностроение, 1976.
31. Юнаков, Леонид Павлович. Основы теории авиационных газотурбинных двигателей [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Л. П. Юнаков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2013. - 90 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 87. - Осн. обознач.: с. 3-5. - Индексы: с. 5. - Прил.: с. 88-89. - ISBN 978-5-85546-773-4 : 28.99 р.
32. Юнаков, Леонид Павлович. Параметры и термодинамические циклы авиационных газотурбинных двигателей [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Л. П. Юнаков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 128 с. : граф., табл. - Библиогр.: с. 124. - Прил.: с. 125-126. - Осн. обознач.: с. 3-5. - ISBN 978-5-85546-657-7 : 20.59 р., 20.59 р.

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Двигатели 1944 - 2000: авиационные, ракетные, морские, наземные [Текст] : иллюстрированный справочник / ред. И. Г. Шустов. - М. : АКС-Конверсалт, 2000.
2. Дедеш, Виктор Трифионович. Методы оценки устойчивости и качества переходных процессов в САУ газотурбинных двигателей [Текст] : учебное пособие / В. Т. Дедеш, Н. С. Ларионова, Ю. А. Туманов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2000. - 78 с. : табл., ил, граф. - Библиогр.: с. 76. - 14.56 р.
3. Иванова Г. М. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов/ Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Испытания авиационных двигателей: учебник для вузов/ В. А. Григорьев [и др.] ; ред.: В. А. Григорьев, А. С. Гишваров. - М.: Машиностроение, 2009.
5. Кузьмин, Владимир Алексеевич. Тепловое излучение в двигателях и энергетических установках [Текст] / В. А. Кузьмин ; Вят. гос. ун-т. - Киров : [б. и.], 2004.
6. Кулагин, Виктор Владимирович. Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок [Текст] : учебник для вузов / В. В. Кулагин. - М. : Машиностроение, 2002 - .Кн. 1 : Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ, Книга 2 : Основы теории ГТД. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики. - 2002. - 616 с. : табл., рис., граф. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 579 - 581. - В конце глав резюме, контрольные вопросы, задачи. - Осн. условные обознач. : с. 7 - 10. - Приложения : с. 582 - 600. - Предметный указ. : с. 601 - 604. - ISBN 5-217-03125-5 : 350.00 р.
7. Паушкин, Ярослав Михайлович. Жидкие и твёрдые химические ракетные топлива [Текст] : монография / Я. М. Паушкин; Отв.ред. А. В. Фокин ; Акад. Наук СССР, Ин-т химич. физики. - М. : Наука, 1978.
8. Регуляторы расхода для топливных систем двигателей летательных аппаратов [Текст]: научное издание / А. А. Горячкин , А. Е. Жуковский, С. М. Игначков, В. П. Шорин; Ред. В. П. Шорин ; Федер. целевая прогр. Гос. поддержка интеграции высш. образ. и фундамент. науки. - М. : Машиностроение, 2000.
9. Соловов, А. В. Конструкция самолетов: фундаментальные основы и классика типовых решений : учебное пособие для вузов / А. В. Соловов, А. А. Меньшикова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13767-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496695>.
10. Соловов, А. В. Конструкция самолетов: фундаментальные основы и классика типовых решений : учебное пособие для вузов / А. В. Соловов, А. А. Меньшикова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-

5-534-13767-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496695>.

11. Шишков, Альберт Алексеевич. Высотные испытания реактивных двигателей [Текст] : монография / А. А. Шишков, Б. М. Силин. - М. : Машиностроение, 1985. - 205 с. : табл., ил, граф. - Библиогр.: с. 202 - 203. - 11.70 р.

#### 4.3. Перечень ресурсов информационно – коммуникационной сети «Интернет», электронно-библиотечные системы.

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/> — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова;

#### 4.4. Программное обеспечение

Компас-3D, SolidWorks, Matlab, MathCad

#### 4.5. Справочные системы и профессиональные базы данных

##### 4.5.1. Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

##### 4.5.2. Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

## 5. Фонд оценочных средств

### 5.1 Перечень компетенций ГИА

В результате освоения ОП обучающиеся должны овладеть:

- универсальными и общепрофессиональными компетенциями, предусмотренными ФГОС ВО по направлению 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов.
- профессиональными компетенциями, определяющими направленность образовательной программы, устанавливаемыми Университетом на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников и запросов рынка труда, а также компетенциями цифровой экономики (таблица 1):

Таблица 1

Шифр компетенции по ФГОС ВО	Наименование компетенции по ФГОС ВО
УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-2.	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3.	Способен организовать и руководить работой команды,



	вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-4.	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК-5.	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6.	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК-1.	Способен осуществлять подготовку научных публикаций, научно-технических отчетов, обзоров по результатам выполненных исследований и разработок;
ОПК-2.	Способен использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок; использовать стандартные пакеты прикладных программ; способен к алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; организовывать и соблюдать требования информационной безопасности в профессиональной деятельности;
ОПК-3.	Способен проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений по направлению подготовки, осуществлять защиту результатов интеллектуальной деятельности, подготавливать заявки на патенты, полезные модели и промышленные образцы;
ОПК-4.	Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению подготовки;
ОПК-5.	Способен участвовать в работе проектно-конструкторских подразделений по разработке проектных решений двигателей летательных аппаратов на всех этапах жизненного цикла.
ПСК-1.01.	способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных информационных данных для проектирования космической и ракетной техники, анализировать состояние и перспективы развития как космической и ракетной техники в целом, так и ее отдельных направлений
ПСК-1.02.	Способен выполнять научные исследования в составе научно-исследовательских групп, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов
ПСК-1.03.	Способен проводить экспериментальные исследования с использованием автоматизированных систем регистрации и обработки информации
ПСК-1.04.	Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей
ПСК-1.05.	Способен составлять описание принципов действия и устройства

	проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений
ПСК-1.06.	Способен разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний двигателей и энергоустановок ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей
ПК-91	Способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
ПК-94	Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

Совокупность указанных компетенций формируется в процессе освоения программы по учебному плану в соответствии с магистерской программой. При оценке сформированности компетенций выпускников на защите ВКР рекомендуется учитывать сформированность следующих составляющих компетенций:

- полнота знаний, оценивается на основе теоретической части работы и ответов на вопросы;
- наличие умений (навыков), оценивается на основе эмпирической части работы и ответов на вопросы;
- владение опытом, проявление личностной готовности к профессиональному самосовершенствованию, оценивается на основе содержания портфолио и ответов на вопросы.

#### Примерный перечень вопросов для оценки результатов освоения ОП

Таблица 2

Формулировка вопроса	Проверяемые компетенции
Как применяются методы системного подхода и критического анализа в вашей работе?	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
Какие Вы можете выделить этапы разработки и реализации проекта?	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Какие Вы знаете приемы организации работ в группе, менеджмента, взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности?	УК-3. Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
С какой литературой на иностранном языке вы знакомились в процессе подготовки Вашей выпускной квалификационной работой?	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Каковы Вам известны механизмы межкультурного взаимодействия в профессиональном сообществе? В чем специфика взаимодействия с международными коллегами?	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Как вы видите свои профессиональные перспективы? Какие направления	УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и

развития профессиональных качеств Вы определяете для себя?	способы ее совершенствования на основе самооценки
По каким принципам строятся научно-исследовательские разработки в области двигателестроения? Как оформляются отчеты о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах?	ОПК-1. Способен осуществлять подготовку научных публикаций, научно-технических отчетов, обзоров по результатам выполненных исследований и разработок;
Какие информационные технологии применялись для Вашей выпускной квалификационной работы? Опишите алгоритм вычислительного эксперимента/моделирования? Как обеспечивалась информационная безопасность при проведении исследования?	ОПК-2. Способен использовать современные информационные технологии при выполнении научных исследований и разработок; использовать стандартные пакеты прикладных программ; способен к алгоритмизации процесса вычислений при проведении исследований; организовывать и соблюдать требования информационной безопасности в профессиональной деятельности;
Какие перспективы Вы видите в развитии двигательных установок? По каким принципам строятся научно-исследовательские разработки в данной области? Как осуществляется правовая защита результатов интеллектуальной деятельности?	ОПК-3. Способен проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений по направлению подготовки, осуществлять защиту результатов интеллектуальной деятельности, подготавливать заявки на патенты, полезные модели и промышленные образцы;
Какие естественнонаучные и инженерные знания применялись в Вашей работе? Какие навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности Вы использовали? По каким принципам строились Ваши математические модели? При каких допущениях?	ОПК-4. Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики, разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов для постановки и решения научно-технических задач по направлению подготовки;
На какой основе составляются планы научно-исследовательских работ? Чем характеризуется каждый из этапов жизненного цикла изделия РКТ? Что входит в техническое задание на разработку проектных решений двигателей летательных аппаратов?	ОПК-5. Способен участвовать в работе проектно-конструкторских подразделений по разработке проектных решений двигателей летательных аппаратов на всех этапах жизненного цикла.
Какие способы поиска научно-технической информации в области ракетно-космической техники Вы использовали при выполнении ВКР? Какие достоверные источники информации для проектирования космической и ракетной техники Вы можете выделить?	ПСК-1.01. способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных информационных данных для проектирования космической и ракетной техники, анализировать состояние и перспективы развития как космической и ракетной техники в целом, так и ее отдельных направлений

Как осуществляется верификация и анализ результатов эксперимента?	обработку и анализ результатов
Какие Вы знаете автоматизированные системы регистрации и обработки информации? На каких принципах базируются такие системы?	ПСК-1.03.Способен проводить экспериментальные исследования с использованием автоматизированных систем регистрации и обработки информации
Какие методы для проведения прочностных, надежностных, термических расчетов применяются в Вашей работе? В чем особенности построения расчетных сеток для моделирования?	ПСК-1.04.Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей
Какими средствами автоматизации проектирования Вы владеете? Как в Вашей работе учитывался передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий? Что необходимо сделать для подготовки технических заданий на разработку проектных решений, разработки эскизных, технических и рабочих проектов технических разработок? Какие методы оптимизации конструкций Вы знаете?	ПСК-1.05.Способен составлять описание принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений
Что представляет собой программа испытаний двигателей? Как программы испытаний регламентируются?	ПСК-1.06.Способен разрабатывать планы, программы и методики проведения испытаний двигателей и энергоустановок ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей
Какие цифровые инструменты коммуникации применяются для решения профессиональных задач?	ПК-91 Способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
Какие Вы знаете методы и средства получения, хранения, обработки информации в информационно- правовых и глобальных компьютерных сетях?	ПК-94 Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

Итоговая обобщенная оценка уровня сформированности системы компетенций, подлежащих проверке на каждом этапе (защита ВКР) оценивается по 4-х балльной шкале:

- «отлично» – сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи по видам профессиональной деятельности;
- «хорошо» – сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности;

- «удовлетворительно» – сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник способен решать определенные профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности;
- «неудовлетворительно» – сформированность компетенций не соответствует требованиям ФГОС; выпускник не готов решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.)

## **5.2 Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ**

1. Разработка алгоритма расчета системы комбинированной энергоустановки
2. Разработка методики проектирования и испытаний двигателей двухсредных аппаратов с гидрореагирующим горючим на основе щелочных металлов
3. Разработка технологии изготовления деталей и сборочных единиц для малогабаритных двигателей летательных аппаратов
4. Совершенствование конструкторско-эксплуатационных свойств теплового двигателя
5. Совершенствование методов и средств технического диагностирования состояния двигательной установки
6. Разработка инженерной методики проектирования и расчета ракетного двигателя определенного класса летательных аппаратов
7. Совершенствование методов расчета на прочность и технической диагностики деталей и узлов энергоустановок различных типов
8. Разработка концепции системного проектирования теплового ракетного двигателя определённого класса

## **6. Материально-техническое обеспечение ГИА**

Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации предусматривает наличие аудитории для защиты выпускной квалификационной работы. Для защиты выпускной квалификационной работы требуется аудитория, предусматривающая наличие рабочих мест для председателя и членов государственной экзаменационной комиссии, рабочего места для студента, компьютерной техники с необходимым лицензионным программным обеспечением, мультимедийного проектора, экрана, щитов для размещения наглядного материала.

Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы и консультаций включает помещения для обсуждения материалов ВКР, рабочие места, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде, пакеты ПО общего и специального назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, Компас-3D, SolidWorks, Matlab, MathCad и пр.).

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся демонстрирует глубокое познание программного материала, в полном объеме раскрывает теоретическое содержание вопросов экзаменационного билета, успешно выполняет практическое задание (при его наличии), демонстрируя необходимые умения и навыки, правильно применяет теоретические знания при его выполнении, дает обоснование принятых решений, не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы членов ГЭК, умеет самостоятельно, последовательно, логично, аргументировано излагать изученный материал, не допуская ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся знает программный материал, правильно и последовательно излагает содержание вопросов экзаменационного билета, в целом правильно выполнил практическое задание (при его наличии), владеет основными умениями, навыками и знаниями, но при ответе допускает незначительные ошибки. Отвечает на дополнительные вопросы членов ГЭК.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся усвоил только базовые положения программного материала, содержание вопросов экзаменационного билета излагает поверхностно, дает неточные определения понятий, допускает логические ошибки при изложении материала, практическое задание (при его наличии) выполнено не в полном объеме или с ошибками, испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов ГЭК.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся не знает основных положений программного материала, при ответе на вопросы экзаменационного билета допускает существенные ошибки, не выполняет практического задания (при его наличии), не может ответить на дополнительные вопросы членов ГЭК или отказывается отвечать.

Оценка «отлично» может быть выставлена, если ВКР оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ВКР локальными нормативными актами Университета, а также с учетом следующих факторов:

- содержание ВКР полностью раскрывает утвержденную тему;
- теоретические выводы и практические предложения по исследуемой проблеме вытекают из содержания ВКР, аргументированы, полученные результаты исследования значимы и достоверны, высока степень самостоятельности автора;
- работу отличают четкая структура, завершенность, логика изложения, оформление пояснительной записки соответствует предъявленным требованиям;
- доклад о выполненной автором работе логичен, выводы аргументированы, при защите обучающийся практически не привязан к тексту доклада, отвечает на вопросы членов ГЭК.

Оценка «хорошо» может быть выставлена, если ВКР оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми локальными нормативными актами Университета, а также с учетом следующих факторов:

- содержание ВКР в целом раскрывает утвержденную тему;
- теоретические выводы и практические предложения по исследуемой проблеме в целом вытекают из содержания ВКР, аргументированы, работа носит самостоятельный характер, однако имеются отдельные недостатки в изложении некоторых вопросов, неточности, спорные положения;
- основные вопросы ВКР изложены логично, оформление пояснительной записки соответствует предъявленным требованиям;
- при защите обучающийся привязан к тексту доклада, но в целом способен представить полученные результаты, не испытывает значительных затруднений при ответе на вопросы членов ГЭК.

Оценка «удовлетворительно» может быть выставлена, если ВКР оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми локальными нормативными актами Университета, а также с учетом следующих факторов:

- содержание ВКР в значительной степени раскрывает утвержденную тему, но отдельные вопросы изложены без должного теоретического обоснования, исследование проведено поверхностно;
- теоретические выводы и практические предложения по исследуемой проблеме поверхностны, недостаточно обоснованы, имеются отдельные недостатки и неточности при изложении некоторых вопросов, имеются спорные положения;
- источники по теме ВКР использованы не в полном объеме или не соответствуют современному уровню развития темы исследования;
- оформление пояснительной записки в целом соответствует предъявленным требованиям, но содержит ряд замечаний;
- при защите обучающийся привязан к тексту доклада, испытывает затруднения при ответах на поставленные членами ГЭК вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» может быть выставлена, если ВКР не отвечает требованиям, предъявляемым локальными нормативными актами Университета, при этом содержание ВКР не раскрывает утвержденную тему, обучающийся не проявил навыков



самостоятельной работы, оформление не соответствует предъявляемым требованиям, в процессе защиты ВКР обучающийся показывает низкие знания по теме работы, не может ответить на поставленные членами ГЭК вопросы, руководитель в отзыве негативно отзывается о работе обучающегося в период подготовки ВКР, в рецензии (при наличии) содержатся принципиальные критические замечания.

При выставлении оценки государственная экзаменационная комиссия учитывает мнение рецензента о ВКР, отзыв руководителя о работе обучающегося в период подготовки ВКР.

Оценка рецензента «неудовлетворительно» не является основанием для не допуска ВКР к защите в ГЭК.