

**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  
« 27 » мая 2024 г.



**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

---

|  |  |
|--|--|
| <b>Направление подготовки/<br/>специальность</b>       | <u>24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика</u><br><small>(указывается индекс и наименование направления/специальности)</small> |
| <b>Специализация/профиль/<br/>программа подготовки</b> | <u>Гидроаэродинамика</u>   |
| <b>Уровень высшего образования</b>                     | <u>бакалавриат</u><br><small>(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)</small>  |
| <b>Форма обучения</b>                                  | <u>очная</u>   |
| <b>Факультет</b>                                       | <u>А Ракетно-космической техники</u><br><small>(указывается индекс и полное наименование факультета Университета)</small>      |
| <b>Выпускающая кафедра</b>                             | <u>А9 Плазмогазодинамика и теплотехника</u><br><small>(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)</small>   |

Санкт-Петербург  
2024 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ  
/оборотная сторона титульного листа/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А9 Плазмогазодинамика и  
теплотехника

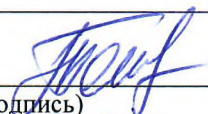
индекс, наименование

Тетерина И.В., к.т.н., доцент

Ф.И.О., уч. степень, уч. звание

Лаптинская М.М.

Ф.И.О., уч. степень, уч. звание

  
\_\_\_\_\_

(подпись)

(подпись)

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

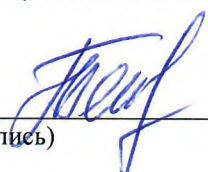
А9 Плазмогазодинамика и теплотехника

индекс, наименование

Заведующий кафедрой А9

Тетерина И.В., к.т.н., доцент

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 подготовки 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 бакалавриата.

## 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                   | 40                                     | Оформление задания на ВКР |
| 2.    | Сбор и отбор материала для подтверждения гипотезы ВКР | 174                                    | Проект рукописи ВКР       |
| 3.    | Редактирование рукописи ВКР                           | 40                                     | Проект рукописи ВКР       |
| 4.    | Оценка ВКР, исправление замечаний                     | 40                                     | Отзыв на ВКР              |
| 5.    | Подготовка к защите ВКР                               | 30                                     | 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)

1. Брыков, Никита Александрович. Динамика вязкой жидкости [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Н. А. Брыков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2021. - 52 с. : граф., схемы. - Библиогр.: с. 50. - ISBN 978-5-907324-65-7
2. Акустические взаимодействия в газовых потоках [Текст] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, А. И. Цветков [и др.] ; ред.: В. Н. Емельянов, К. Н. Волков. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 590 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 553-588. - Термины и опред.: с. 13-19. - ISBN 978-5-9221-1890-3
3. Визуализация данных физического и математического моделирования в газовой динамике [Текст] / К. Н. Волков [и др.] ; ред.: В. Н. Емельянов, К. Н. Волков. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 356 с. : граф., схемы, табл., фот. - Авт. указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 34-37, 324-356. - ISBN 978-5-9221-1774-6
4. Многосеточные и параллельные вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Текст] : учебное пособие для вузов : [в 3 ч.] / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева; ред.: В. Н. Емельянов, Р. М. Шагалиев. - Нижний Новгород : НГТУ, 2017. - . - ISBN 978-5-502-00871-6.
5. Инженерный анализ в ANSYS Workbench [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов]. Ч. II / В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева ; Самар. гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Самара : Изд-во СамГТУ, 2013. - 1 эл. жестк. диск : граф.,

схемы, табл., обр. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\Lib\_server\elres\elr02899.pdf. - Вопросы для самопроверки: в конце глав. - ISBN 978-5-7964-1613-6.

6. Лагранжевы модели турбулентных течений газа с частицами [Текст] : учебное пособие [для вузов] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, А. С. Козелков, Е. С. Тятюшкина. - СПб. : Лань, 2022. - 242 с. : схемы, граф. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 231-240. - Список ил.: с. 241-242. - ISBN 978-5-8114-8548-2

7. Волков К.Н. Газовые течения в соплах энергоустановок [Текст] / К. Н. Волков [и др.] ; ред. В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 326 с. : 4 вкл. л., граф., схемы, табл. - Об авторах: послед. с. обл. - Библиогр.: с. 21-22, 308-326. - Прил.: с. 299-307. - ISBN 978-5-9221-1718-0 – [50 экз].

8. Волков К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Текст] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 465 с. : граф., схемы, табл. - Об авторах: послед. с. обл. - Библиогр.: с. 440-465. - Библиогр. в подстроч. прим. - Прил.: с. 425-439. - ISBN 978-5-9221-1438-7 – [6 экз].

9. Волков К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - Электрон. текстовые дан. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02753.pdf

10. Овчинникова О.К., Лаптинская М.М., Тетерина И.В., Герлиман Е.М. Газовые смеси и двухфазные течения. Учебное пособие - СПб.: Изд-во «НИЦ АРТ», 2022 ISBN 987-5-907615-07-6

11. Овчинникова О.К., Лаптинская М.М., Тетерина И.В., Герлиман Е.М. Численное моделирование газовых смесей и двухфазных течений. Учебное пособие - СПб.: Изд-во «НИЦ АРТ», 2022 ISBN 987-5-907615-08-3

12. Вычислительная математика в задачах аэрокосмической техники [Текст] : учебное пособие [для вузов] / О. К. Овчинникова [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022. - 146 с.

13.

#### 4.2. Дополнительная литература

10. Циркунов, Юрий Михайлович. Методы возмущений в задачах аэродинамики [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Ю. М. Циркунов, Н. В. Тарасова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2007. - 271 с. : граф., схемы. - Библиогр.: с. 268-269. - ISBN 978-5-85546-335-4

11. Денисов, Михаил Александрович. Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / М. А. Денисов ; Урал. федерал. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Электрон. текстовые дан. - Екатеринбург : Изд-во УрФУ, 2011. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., обр., схемы, табл. - \\Lib\_server\elres\elr02900.pdf. - Загл. на корешке : Моделирование теплофизики в ANSYS. - Об авт.: послед. с. обл. - Библиогр.: с. 146-148. - ISBN 978-5-321-02043-2

12. Волков, Константин Николаевич. Течения газа с частицами [Текст] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 599 с. : граф., схемы. - Об авторах: послед. с. облож., с. 596. - Библиогр.: с. 575-595. - Библиогр. в подстроч. прим. - Дополнит. оглавл., резюме на англ. яз. - ISBN 978-5-9221-1000-6 – [9 экз.]

13. Волков, Константин Николаевич. Течения газа с частицами [Электронный ресурс] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - Электрон. текстовые дан. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02982.pdf. - Об авт.: послед. с. облож., с. 596. - Библиогр.: с. 575-595. - Библиогр. в подстроч. прим. - Дополнит. оглавл., резюме на англ. яз. - ISBN 978-5-9221-1000-6.

14. Емельянов, Владислав Николаевич. Моделирование свободноконвективных течений в технических объектах [Электронный ресурс] : пособие к расчётно-лабораторной работе [для вузов] / В. Н. Емельянов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.

- Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы. - \\lib\_server\elres\elr01961.pdf. - Библиогр.: с. 37. - Прил.: с. 38-58.
15. Инженерный анализ в ANSYS Workbench [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов]. Ч. I / В. А. Бруйка [и др.] ; Самар. гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Самара : Изд-во СамГТУ, 2010. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы, табл. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02183.pdf. - Библиогр.: с. 270. - Вопросы для самопроверки и практич. задания: в конце глав. - Глоссарий: с. 255-269. - ISBN 978-5-7964-1392-0.
16. Зазимко, Владлен Александрович. Теоретические основы расчёта до- и сверхзвуковых струйных течений с учётом физико-химических превращений [Текст] : [учебное пособие для вузов] / В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2006. - 131 с. : граф., схем., табл., фото. - Задачи к практич. занятиям: с. 126-129. - ISBN 5-85546-216-1 – [74 экз.]
17. Зазимко, Владлен Александрович. Теоретические основы расчёта до- и сверхзвуковых струйных течений с учётом физико-химических превращений [Электронный ресурс] : [учебное пособие для вузов] / В. А. Зазимко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2006. - 1 эл. жестк. диск : граф., схем., табл., фото. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr00736.pdf. - Задачи к практич. занятиям: с. 126-129. - ISBN 5-85546-216-1
18. Барилевич, Владимир Антонович. Основы термогазодинамики двухфазных потоков и их численное решение [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. А. Барилевич ; С.-Петерб. гос. политех. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - (Общие профессиональные дисциплины в Политехническом университете). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02888.pdf. - Библиогр.: с. 421-423. - Прил.: с. 189-420
19. Емельянов, Владислав Николаевич. Моделирование высокоинтенсивных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. Н. Емельянов, В. А. Анисимов, И. В. Тетерина ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - \\lib\_server\elres\elr01964.pdf. - Библиогр.: с. 301-302
20. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках [Текст] / К. Н. Волков [и др.] ; ред.: В. Н. Емельянов, К. Н. Волков. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 414 с. : граф., схемы, табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 386-414. - Библиогр. в подстроч. прим. - ISBN 978-5-9221-1609-1 – [10 экз.]
21. Волков К.Н. Моделирование крупных вихрей в расчётах турбулентных течений [Текст] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 364 с. : граф., схемы. - (Фундаментальная и прикладная физика). - Об авторах: послед. с. облож. - Библиогр. в подстроч. прим. - Библиогр.: с. 334-355. - Осн. обознач.: с. 13-16. - Предмет. указ.: с. 356-364. - ISBN 978-5-9221-0920-8 – [3 экз.]
22. Волков, Константин Николаевич. Моделирование крупных вихрей в расчётах турбулентных течений [Электронный ресурс] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - Электрон. текстовые дан. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы. - (Фундаментальная и прикладная физика). - \\lib\_server\elres\elr02169.pdf. - Об авторах: послед. с. облож. - Библиогр. в подстроч. прим. - Библиогр.: с. 334-355. - Осн. обознач.: с. 13-16. - Предмет. указ.: с. 356-364. - ISBN 978-5-9221-0920-8
23. Волков К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Текст] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 465 с. : граф., схемы, табл. - Об авторах: послед. с. обл. - Библиогр.: с. 440-465. - Библиогр. в подстроч. прим. - Прил.: с. 425-439. - ISBN 978-5-9221-1438-7 – [6 экз.]
24. Волков К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - Электрон. текстовые дан. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы, табл. - Электрон. версия

печ. публикации \\lib\_server\elres\elr02753.pdf. - Библиогр.: с. 440-465. - Библиогр. в подстроч. прим. - Прил.: с. 427-439. - ISBN 978-5-9221-1438-7

25. Моисеев М.Г. Основы аэрогазодинамики [Текст] : учебное пособие для вузов / М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2006. - 144 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 143. - ISBN 5-85546-229-3 – [176 экз].

26. Моисеев М.Г. Основы аэрогазодинамики [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / М. Г. Моисеев, Ю. М. Циркунов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2006. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib\_server\elres\elr00768.pdf. - Библиогр.: с. 143. - ISBN 5-85546-229-3

27. Денисов, Михаил Александрович. Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE-проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / М. А. Денисов ; Урал. федерал. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Электрон. текстовые дан. - Екатеринбург : Изд-во УрФУ, 2011. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., обр., схемы, табл. - \\Lib\_server\elres\elr02900.pdf. - Загл. на корешке : Моделирование теплофизики в ANSYS. - Об авт.: послед. с. обл. - Библиогр.: с. 146-148. - ISBN 978-5-321-02043-2.

28. Булат П.В., Чернышов М.В. Ударно-волновые структуры. Часть 1. Основы теории интерференции и рефракции газодинамических разрывов. Курс лекций: Учебное пособие. М.: Изд-во «Спутник +», 2022. 117 с.

29. Туркина Н.Р., Чернышов М.В., Лебедева Ж.А. Методология диссертационного исследования: практическое пособие. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2022. 36 с.

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

1. Электронно-библиотечная система Юрайт <https://urait.ru/>
2. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com/>

#### 4.4. Программное обеспечение

1. Microsoft Office (или аналог)
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced (или аналог)
3. Matlab 2015a SP1 (или аналог)

#### 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 подготовки/специальности 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика;

- 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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.   |
| УК-2                        | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.   |
| УК-3                        | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.  |
| УК-4                        | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).  |
| УК-5                        | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.   |
| УК-6                        | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.  |
| УК-7                        | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.   |
| УК-8                        | Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. |
| УК-9                        | Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности  |
| УК-10                       | Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности   |
| ОПК-1                       | Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.   |
| ОПК-2                       | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности   |
| ОПК-3                       | Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил.  |
| ОПК-4                       | Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла.   |
| ОПК-5                       | Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.  |



|  |  |
|--|--|
| ОПК-6                                    | Способен использовать современные подходы и методы решения задач ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров   |
| ОПК-7                                    | Способен обрабатывать опытные данные физических и численных экспериментов по определению аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники  |
| ОПК-8                                    | Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения  |
| <b>Шифр профессиональной компетенции</b> | <b>Наименование компетенции</b>  |
| ПСК-2.1                                  | Способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена   |
| ПСК-2.2                                  | Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники   |
| ПСК-2.3                                  | Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники  |
| ПСК-2.4                                  | Способность проводить исследования по аэрогазодинамике и процессам теплообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования  |
| ПК-91                                    | Способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей   |
| ПК-93                                    | Способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов   |
| 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 профилем Гидроаэродинамика. 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

| <b>Формулировка вопроса</b>   | <b>Проверяемые компетенции</b>   |
|---|--|
| 1. Каким образом анализировалась достоверность информации из разных источников?   | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.   |
| 2. Как осуществлялась конкретизация объекта исследования, рассматриваемых процессов и технологий решения поставленных задач при выполнении ВКР? | УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.   |
| 3. Каковы принципы командной работы?  | УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.  |
| 4. Как осуществлялось взаимодействие с руководителем при подготовке ВКР?  | УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).  |
| 5. Была ли необходимость взаимодействия с представителями других культур в процессе подготовки ВКР? Возникали ли сложности? (при наличии)       | УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.   |
| 6. На какие критерии опирались при составлении траектории подготовки ВКР?   | УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.  |
| 7. Как поддерживался уровень физической подготовки в процессе обучения?   | УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.   |
| 8. Какие безопасные условия жизнедеятельности использовались в процессе обучения?   | УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов. |
| 9. Какие экономические решения принимались в процессе обучения?   | УК-9 Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности  |
| 10. Приходилось ли сталкиваться в процессе обучения в университете с коррупцией? Как бы повели себя при возникновении такой ситуации?           | УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности  |

|   |   |
|---|---|
| 11. Какие подходы исследования были использованы для достижения цели ВКР?   | ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности. |
| 12. Какие методы математического моделирования использовались при решении задач ВКР?  | ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности. |
| 13. Каким образом проводился выбор необходимых для решения задач ВКР современных информационных технологий?                                       | ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности   |
| 14. Какие современные информационные технологии использовались во время всего обучения?   | ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности   |
| 15. Какой системой стандартов пользуются при разработке технической документации?   | ОПК-3 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил.  |
| 16. Что такое техническая документация?   | ОПК-3 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил.  |
| 17. Какие экономические, экологические, социальные и другие ограничения необходимо учитывать на этапе проектирования исследуемого объекта?        | ОПК-4 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла.                                     |
| 18. Какие подходы и методы решения поставленных задач использовались при выполнении ВКР?  | ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.  |
| 19. На какие технологии ориентированы современные методы решения задач АРКТ?  | ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.  |
| 20. На каком этапе исследования объекта необходимо учитывать аэродинамические и баллистические параметры?   | ОПК-6 Способен использовать современные подходы и методы решения задач ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров  |
| 21. Какие методы обработки результатов физического и вычислительного экспериментов использовались при выполнении ВКР и за время обучения в целом? | ОПК-7 Способен обрабатывать опытные данные физических и численных экспериментов по определению аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники                   |

|  |   |
|--|---|
| 22. Какие способы обработки данных, полученных экспериментальным путем, используются в настоящее время?  | ОПК-7 Способен обрабатывать опытные данные физических и численных экспериментов по определению аэродинамических и баллистических характеристик объектов ракетно-космической техники   |
| 23. Как выстраивается алгоритм решения задачи?   | ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения   |
| 24. Возможно ли совместное использование коммерческих программных пакетов программ инженерного анализа с компьютерными программами самостоятельной разработки? | ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения   |
| 25. Каким образом учитывается взаимовлияние процессов аэрогазодинамики и теплообмена при разработке математической модели?                                     | ПСК-2.1 Способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена.   |
| 26. На каком этапе разработки физической и математической модели процессов принимаются допущения?  | ПСК-2.1 Способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена  |
| 27. Какие законы сохранения используются для описания процессов аэрогазодинамики?  | ПСК-2.2 Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники                    |
| 28. Какие методы используются для исследований процессов аэрогазодинамики в авиационной и ракетно-космической технике?   | ПСК-2.2 Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники                    |
| 29. Опишите методику проведения физического эксперимента?  | ПСК-2.3 Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники |
| 30. Опишите методику проведения вычислительного эксперимента?  | ПСК-2.3 Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники |
| 31. Каков алгоритм решения задачи при использовании средств вычислительного моделирования?   | ПСК-2.4 Способность проводить исследования по аэрогазодинамике и процессам теплообмена с использованием современных   |

|   |  |
|---|--|
|   | информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования  |
| 32. Какие средства вычислительного моделирования использовались при выполнении ВКР?                       | ПСК-2.4 Способность проводить исследования по аэрогидрогазодинамике и процессам теплообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования   |
| 33. Какие цифровые средства использовались при взаимодействии с руководителем по вопросам подготовки ВКР? | ПК-91 Способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей   |
| 34. Какие альтернативные методы решения поставленных задач могут быть использованы?                       | ПК-93 Способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов   |
| 35. С помощью каких цифровых средств наиболее успешно получилось провести анализ информации по теме ВКР?  | 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

- Моделирование интерференции обтекаемой поверхности летательного аппарата и воздухозаборника
- Движение тел в жидкости на режиме суперкавитации
- Численное моделирование полета высокоскоростного летательного аппарата

- Беспилотный самолет метрового размерного ряда с турбореактивным двигателем
- Двухфазные течения в соплах и струях ракетных двигателей
- Моделирование процессов тепломассопереноса при воздействии блока сверхзвуковых струй на преграду
- Оптимизация течения в канале с перегородкой
- Моделирование процессов гиперзвуковой равновесной газодинамики
- Оптимизация проектных параметров беспилотного малоразмерного самолета с турбореактивным двигателем
- Моделирование внешнего обтекателя воздухозаборника в возмущенном потоке
- Движение и теплообмен частиц в струйных и вихревых течениях
- Моделирование процессов при функционировании сопла изменяемой геометрии
- Динамические и тепловые процессы при воздействии ударных и детонационных волн на упругие стенки
- Моделирование течения по соплу с учетом пограничного слоя
- Интенсификация процессов перемешивания в каналах
- Численное исследование влияния движителей на аэродинамику гибридного дирижабля
- Моделирование инжекции воды в слой смешения сверхзвуковой струи
- Численное моделирование газодинамических процессов в блочных струях
- Интенсификация процессов перемешивания в каналах на высоких скоростях потока
- Численное моделирование турбулентных струйных течений
- Исследование влияния формы сопла на его расходно-тяговые характеристики
- Численное моделирование газодинамических процессов в соплах с центральным телом
- Моделирование ударно-волновых процессов с дросселированием в каналах
- Моделирование ударно-волновых процессов в канале переменного сечения
- Аэротермобаллистика тел в верхних слоях атмосферы
- Проектирование воздухозаборника летательного аппарата
- Моделирование воздействия сверхзвуковой струи на преграды
- Расчет характеристик эжекторного сопла

### **5.3 Перечень вопросов к государственному экзамену (при наличии)**

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

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

Требования к оснащению помещения для подготовки к ГИА (подготовки ВКР):

- рабочее место с персональным компьютером, оснащённым необходимым лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет
- доступ к принтеру, сканеру
- доступ к учебной и методической литературе, периодическим изданиям

Требования к оснащению помещения для проведения ГИА (защиты ВКР):

- учебная аудитория, оснащенная персональным компьютером или ноутбуком, проектором, экраном или интерактивной доской

После подготовки ВКР к защите, обучающийся готовит выступление (доклад), наглядную информацию: схемы, таблицы, графики, компьютерную презентацию и другой иллюстративный материал, для использования во время защиты в ГЭК. Защита ВКР проводится на заседании ГЭК.

## 7. Критерии оценивания ГИА

Оценка выпускной квалификационной работы производится по следующим группам критериев:

1. Качество квалификационной работы оценивается членами ГЭК по составляющим:
  - обоснованность актуальности проблемы исследования и темы работы предполагает оценку степени убедительности оснований, побудивших студента выбрать данную проблему для изучения на определенном объекте исследования;
  - уровень теоретической проработки проблемы предполагает оценку широты и качества изученных литературных источников, логики изложения материала, глубины обобщений и выводов в первой главе, а также теоретического обоснования возможных решений проблемы;
  - методическая грамотность проведенных исследований во второй главе работы предполагает оценку обоснованности применения методик исследования, информационной адекватности и правильности использования конкретных методов и методик анализа;
  - достаточность и качество обоснования предлагаемых управленческих (экономико-правовых, организационных и др.) решений предполагает оценку адекватности выбранных методов обоснования решений, правильность их применения;
  - практическая значимость выполненной работы предполагает оценку возможности практического применения результатов исследования в деятельности конкретной организации или в сфере возможной профессиональной занятости выпускников;
  - качество оформления квалификационной работы предполагает оценку на соответствие стандартам, а также аккуратность и выразительность оформления материала, грамотность и правильность подготовки сопроводительных документов.
2. Качество выступления на защите квалификационной работы оценивается членами ГЭК по следующим составляющим:
  - качество доклада предполагает оценку соответствия доклада содержанию работы, способности выпускника выделить научную и практическую ценность выполненных исследований, умения пользоваться иллюстративным материалом;
  - качество ответов на вопросы предполагает оценку правильности, четкости, полноты и обоснованности ответов выпускника, умения лаконично и точно сформулировать свои мысли, используя при этом необходимую научную терминологию;
  - качество иллюстраций к докладу предполагает оценку соответствию подбора иллюстративных материалов содержанию доклада, грамотность их оформления и упоминания в докладе, выразительность средств графического и художественного воплощения;
  - поведение при защите квалификационной работы предполагает оценку коммуникативных характеристик докладчика (манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.).
3. Оценка научным руководителем выпускной квалификационной работы переносится из отзыва руководителя.

По всем составляющим членами ГЭК выставляются оценки в индивидуальных Оценочных листах по 4 - балльной шкале:

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 (при наличии), отзыв руководителя о работе обучающегося в период подготовки ВКР. Оценка рецензента «неудовлетворительно» не является основанием для недопуска ВКР к защите в ГЭК.

Итоговая оценка выпускной квалификационной работы определяется усреднением оценок и закрепляется голосованием членов ГЭК простым большинством голосов. При равном числе голосов голос председателя является решающим.