

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности и цифровизации


_____ А.Е. Шашурин
подпись

«31» мая 2022 г.

Направление подготовки/ специальность	24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика (указывается индекс и наименование направления/специальности)
Специализация/профиль/ программа подготовки	Физическое и вычислительное моделирование теплоаэродинамических и теплогидравлических процессов
Уровень высшего образования	магистратура (бакалавриат/ магистратура/ специалитет)
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники (указывается индекс и полное наименование факультета Университета)
Выпускающая кафедра	А9 Плазмогазодинамика и теплотехника (указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

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)

(24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика)

год набора группы: 2022


Программу составили:

Кафедра А9 Плазмогазодинамика и
теплотехника

индекс, наименование

Овчинникова О.К., к.т.н.

Ф.И.О., уч.степень, уч.звание


(подпись)

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 Плазмогазодинамика и теплотехника
индекс, наименование

Заведующий кафедрой

Тетерина И.В., 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 подготовки к процедуре защиты и защиты 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	40	Оформление задания на ВКР
2.	Сбор и отбор материала для подтверждения гипотезы ВКР	120	Проект рукописи ВКР
3.	Редактирование рукописи ВКР	80	Проект рукописи ВКР
4.	Оценка ВКР, исправление замечаний	43	Отзыв на ВКР
5.	Подготовка к защите ВКР	41	ВКР Отзывы
	ИТОГО	324	

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Основная литература

1. 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].

2. 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.

3. Брыков, Пикита 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

4. 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

5. 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

6. 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

7. 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.

4.2. Дополнительная литература

1. Кривель, Сергей Михайлович.

Динамика полёта. Расчёт лётно-технических и пилотажных характеристик самолёта [Текст] : учебное пособие для вузов / С. М. Кривель. - Изд. 3-е, стер. - СПб. : Лань, 2018. - 189 с. : граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Об авт.: послед. с. обл. - Библиогр.: с. 187. - Прил.: с. 98-186. - ISBN 978-5-8114-2057-5

2. Толпегин, Олег Александрович.

Динамика инерциальных систем управления летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие для вузов / О. А. Толпегин, И. Л. Петрова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 93 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 91-92. - ISBN 978-5-85546-441-2

3. 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

4. Яковчук, Михаил Сергеевич.

Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа [Электронный ресурс] : расчётно-лабораторный практикум [для вузов] / М. С. Яковчук ; ред. В. Н. Емельянов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 1 эл. жестк. диск : цв. : граф., схемы, обр., табл. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01962.pdf. - Библиогр. в подстроч. прим. - Контр. вопросы: в конце лаб. раб..

5. 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.]

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.

6. Волков, Константин Николаевич. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях [Текст] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 487 с. : граф., схемы, табл. - Об авторах: послед. с. облож. - Библиогр. в подстроч. прим. - Библиогр.: с. 462-486. - Дополнит. реферат на англ. яз. - Приложения: с. 445-461. - ISBN 978-5-9221-1182-9 – [6 экз].

7. 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].

8. Методы ускорения газодинамических расчётов на неструктурированных сетках [Текст] / К. Н. Волков [и др.] ; ред. В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 535 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 505-535. - Прил.: с. 483-504. - ISBN 978-5-9221-1542-1 – [10 экз].

9. Волков, Константин Николаевич. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Текст] / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 465 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 440-465. - Библиогр. в подстроч. прим. - Прил.: с. 425-439. - ISBN 978-5-9221-1438-7 – [63 экз.]

Волков, Константин Николаевич. 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. - Загл. с титул. экрана. - 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

Волков, Константин Николаевич. 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. 427-439. - ISBN 978-5-9221-1438-7 – [8 экз.]

10. Волков, Константин Николаевич. Двухфазные течения [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] : версия 1.02 от 29.08.2005 / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2005. - 1 эл. жестк. диск : цв. : схем., граф., табл. - (Электронная библиотека / под ред. В. Н. Емельянова). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr00151.pdf. - Библиогр.: с. 143-144.

11. Волков, Константин Николаевич. Решение краевых задач механики сплошной среды [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] : версия 1.02 от 29.08.2005 / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2005. - 1 эл. жестк. диск : цв. : схем., граф. - (Электронная библиотека / под ред. В. Н. Емельянова). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr00147.pdf. - Библиогр.: с. 98.

12. Емельянов, Владислав Николаевич. Введение в теорию разностных схем [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. Н. Емельянов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2006. - 191 с. : граф., схемы. - Библиогр.: с. 188. - Приложение: с. 179-187. - Предмет. указ.: с. 189. - ISBN 5-85546-253-6 – [54 экз].

13. Сахин, Василий Васильевич. Термодинамика энергетических систем [Текст] : учебное пособие [для вузов : в 2 кн.] / В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. : [б. и.], 2014. - ISBN 978-5-85546-787-1.

Кн. 1 : Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем. - СПб. : [б. и.], 2014. - 225 с. : граф., схемы. - Библиогр.: с. 219. - Тест. задания: в конце разд. - Прил.: с. 220- 222. - ISBN 978-5-85546-788-8 – [215 экз.]

Сахин, Василий Васильевич. Термодинамика энергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов : в 2 кн.] / В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02132.pdf. - ISBN 978-5-85546-787-1.

Кн. 1 : Термодинамика гомогенных и гетерогенных систем. - СПб. : [б. и.], 2014. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы. - Библиогр.: с. 219. - Тест. задания: в конце разд. - Прил.: с. 220-222. - ISBN 978-5-85546-788-8

14. Сахин, Василий Васильевич. Термодинамика энергетических систем [Текст] : учебное пособие [для вузов : в 2 кн.] / В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. : [б. и.], 2014. - ISBN 978-5-85546-787-1.

Кн. 2 : Техническая термодинамика. - СПб. : [б. и.], 2014. - 226 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 224. - Тест. задания, вопросы, самостоят. работы: в конце разд. - Прил.: с. 214-223. - ISBN 978-5-85546-789-5 – [215 экз.]

Сахин, Василий Васильевич. Термодинамика энергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов : в 2 кн.] / В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02133.pdf. - ISBN 978-5-85546-787-1.

Кн. 2 : Техническая термодинамика. - СПб. : [б. и.], 2014. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 224. - Тест. задания, вопросы, самостоят. работы: в конце разд. - Прил.: с. 214-223. - ISBN 978-5-85546-789-5

15. Сахин, Василий Васильевич. Устройство и действие энергетических объектов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2008. - 196 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 184. - Расчётно-практич. работы: в конце глав. - Приложения: с. 185-193. - ISBN 978-5-85546-345-3 – [70 экз.]

Сахин, Василий Васильевич. Устройство и действие энергетических объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2008. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01095.pdf. - Библиогр.: с. 184. - Расчётно-практич. работы: в конце глав. - Приложения: с. 185-193. - ISBN 978-5-85546-345-3

16. Маслов, Андрей Руффович. Высокоэффективные технологии и оборудование современного машиностроительного производства [Текст] : учебник для вузов / А. Р. Маслов, С. В. Фёдоров, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 331 с. : граф., схемы, табл., черт. - Библиогр.: с. 330-331. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 978-5-94178-555-1 – [25 экз.]

17. Маслов, Андрей Руффович. Высокоэффективные технологии и оборудование современного машиностроительного производства [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. Р. Маслов, С. В. Фёдоров, А. Г. Схиртладзе. - Электрон. текстовые дан. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 331 с. - (ЭБС ТНТ). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС ТНТ [сайт]. – URL: <http://www.tnt-ebook.ru/library/book/333> (дата обращения: 07.08.2020)

18. 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..

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. 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..

21. 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.]

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

22. Моисеев, Марк Георгиевич. 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 – [175 экз.]

Моисеев, Марк Георгиевич. Основы аэрогазодинамики [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов]. Ч. II / М. Г. Моисеев. - Электрон. текстовые дан. - [Б. м. : б. и.], 2006. - 1 эл. жестк. диск : граф., схем., табл. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr00489.pdf.

Моисеев, Марк Георгиевич. 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. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr00768.pdf. - Библиогр.: с. 143. - ISBN 5-85546-229-3

23. 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.

24. 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.

25. 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 – [39 экз].

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
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced
3. Matlab 2015a SP1

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 - 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 24.04.03 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 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 организовывать 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 определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК-2	Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
ОПК-3	Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы;
ОПК-4	Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов
ОПК-5	Способен осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-6	Способен разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров
ОПК-7	Способен анализировать и обобщать результаты физического и численного моделирования, обоснованно выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов.
ПСК-1.01	способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена
ПСК-1.02	способность анализировать и обобщать результаты физического и вычислительного экспериментов в области гидроаэродинамики и теплообмена, обеспечивать их практическую реализацию
ПСК-1.03	готовность к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования
ПСК-1.04	способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов
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 профилем «Физическое и вычислительное моделирование теплоаэродинамических и теплогидравлических процессов». 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
1. Опишите основные современные актуальные проблемы авиационной и ракетно-космической техники. Предложите пути решения одной из поставленных задач.	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
2. Дайте определение понятия «жизненный цикл изделия».	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
3. Опишите основные принципы проектной деятельности (управление проектами, менеджмент проектов).	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
4. Укажите основные принципы командной работы, командной стратегии. Опишите пример командной игры, направленной на достижение общей цели.	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
5. Перечислите основные международные конференции, конференции с международным участием в Вашей предметной области. В каких из них вы принимали или планируете принимать участие?	УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
6. Дайте определение понятию «толерантность». Приведите примеры межкультурного взаимодействия в научном сообществе.	УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
7. Опишите основные принципы тайм-менеджмента, стратегического планирования, подготовки дорожной карты.	УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
8. Приведите примеры мультидисциплинарных задач в авиационной и ракетно-космической технике.	ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном

	контексте
9. Какие основные средства решения задач в области создания перспективной авиационной и ракетно-космической техники вы знаете?	ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
10. Опишите концепцию цифровых двойников изделий, укажите, какое место в ней занимают этапы проектирования, конструирования и производства изделий.	ОПК-2 Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
11. Опишите современное состояние одной из проблем авиационной или ракетно-космической техники. Укажите основные источники – патенты, свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, публикации в рецензируемых научных изданиях, монографии и т.д.	ОПК-3 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы
12. Какие показатели, отражающие зависимости между элементами финансовой, торговой, производственной и эксплуатационной деятельности в авиационной и ракетно-космической отрасли являются основными?	ОПК-4 Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов
13. Какие технические решения позволяют оптимизировать соотношение затрат и результатов деятельности?	ОПК-4 Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов
14. Опишите основные принципы решения задач с использованием CAD-CAM-CAE цепочки в авиационной и ракетно-космической технике.	ОПК-5 Способен осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
15. Сформулируйте основные допущения и фундаментальные законы, описывающие аэродинамические, термодинамические, динамические и баллистические процессы в авиационной и ракетно-космической технике.	ОПК-6 Способен разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров
16. В чем заключаются принципиальные трудности проведения физического газодинамического эксперимента при дозвуковых скоростях? При сверхзвуковых скоростях? Гиперзвуковых скоростях?	ОПК-7 Способен анализировать и обобщать результаты физического и численного моделирования, обоснованно выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов.
17. Какие основные приборы используются для фиксации результатов термогазодинамических экспериментов?	ОПК-7 Способен анализировать и обобщать результаты физического и численного моделирования, обоснованно выбирать аэродинамические и

	баллистические параметры ракет и космических аппаратов.
18. Сформулируйте основные подходы к решению системы уравнений Навье – Стокса.	ПСК-1.01 способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена
19. Дайте характеристику конечно-элементных, конечно-объемных и конечно-разностных методов, применяемых при решении прикладных задач гидроаэродинамики и тепломассообмена	ПСК-1.01 способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена
20. Какие основные математические и технические средства используются для обработки экспериментальных данных?	ПСК-1.02 способность анализировать и обобщать результаты физического и вычислительного экспериментов в области гидроаэродинамики и теплообмена, обеспечивать их практическую реализацию
21. Какие основные критерии подобия используются при проведении аэродинамических и теплофизических экспериментов?	ПСК-1.02 способность анализировать и обобщать результаты физического и вычислительного экспериментов в области гидроаэродинамики и теплообмена, обеспечивать их практическую реализацию
22. Перечислите основные современные коммерческие и свободно распространяемые программные комплексы для решения термогазодинамических и сопряженных задач. Опишите решаемые задачи.	ПСК-1.03 готовность к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования
23. Установите правильную последовательность этапов решения CFD задачи.	ПСК-1.03 готовность к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования
24. Перечислите основные этапы научного исследования.	ПСК-1.04 способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов
25. В чём состоит апробация научной работы?	ПСК-1.04 способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов
26. Перечислите основные средства коммуникации в цифровой среде. Опишите преимущества и недостатки дистанционного общения и сетевого взаимодействия.	ПК-91 способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
27. Приведите примеры различных информационных источников.	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

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

- Влияние струй ракетных микродвигателей на поверхность космического аппарата
- Внутренняя аэроакустика полостей и трактов ракетного двигателя
- Вычислительное моделирование газотермодинамических параметров летательного аппарата
- Газотермодинамика проточных частей турбомашин
- Интенсификация процессов перемешивания в каналах на высоких скоростях потока
- Исследование влияния формы сопла на его расходно-тяговые характеристики
- Исследование газодинамических процессов в камерах сгорания
- Исследование и численное моделирование термогазодинамических процессов в камерах сгорания
- Исследование процессов конвективной теплоотдачи термонагруженных поверхностей
- Моделирование аэродинамики разреженного газа
- Моделирование аэродинамических процессов в турбине компрессора
- Моделирование аэродинамических процессов для лопастей ветрового двигателя
- Моделирование взаимодействия аэроакустических волн с дискретной фазой и элементами конструкций
- Моделирование газодинамических процессов в сопловых и струйных течениях
- Моделирование газодинамических процессов в энергоустановках
- Моделирование газодинамических процессов турбонасосного агрегата
- Моделирование процессов газодинамики и теплообмена в высокотемпературных установках
- Моделирование процессов гиперзвуковой равновесной газодинамики
- Моделирование пусковых режимов энергоустановок
- Моделирование струйных течений
- Моделирование термофизических свойств высокотемпературного воздуха
- Моделирование ударно-волновых процессов с дросселированием в каналах
- Численное моделирование аэродинамики механизированного крыла
- Численное моделирование аэродинамики спускаемого аппарата
- Численное моделирование газодинамических процессов в блочных струях
- Численное моделирование газодинамических процессов в соплах с центральным телом
- Численное моделирование полета высокоскоростного летательного аппарата

- Численное моделирование управления параметрами потока на несущих поверхностях ЛА
- Экспериментальное и вычислительное исследование взаимодействия струй авиационных двигателей с преградами

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.

Оценка выпускной квалификационной работы производится по четырём 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, отзыв руководителя о работе обучающегося в период подготовки ВКР.

Оценка рецензента «неудовлетворительно» не является основанием для не допуска 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.

