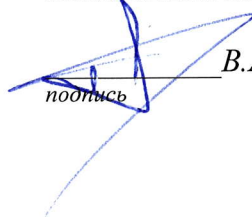


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

СОГЛАСОВАНО

Председатель экзаменационной комиссии
по программе вступительного испытания
научной специальности 2.5.13
«Проектирование, конструкция,
производство, испытания и эксплуатация
летательных аппаратов»


подпись
В.А. Бородавкин

УТВЕРЖДЕНО

И.о. ректора, председатель
приемной комиссии



А.Е. Шашурин

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по научной специальности 2.5.13

**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУКЦИЯ, ПРОИЗВОДСТВО, ИСПЫТАНИЯ
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»**

Санкт-Петербург
2025 г.

Содержание основных тем испытания

Раздел 1. Летательный аппарат (ЛА) как элемент сложной технической системы, основы ракетодинамики

1.1. Краткая характеристика основных типов летательных аппаратов (ЛА): баллистических и крылатых ракет различного базирования; зенитных и противотанковых управляемых ракет, двухсредных и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) (назначение, физические принципы действия, типовые компоновочные решения, основные тактико-технические характеристики).

1.2. Основные этапы развития и современная роль ракетной и космической техники.

1.3. Состав и функциональное назначение основных элементов ракетных комплексов и космодромов как сложных организационно-технических систем.

1.4. Физические условия полёта ЛА и их влияние на элементы конструкции и траекторию; состав и функционирование ракет и ракетно-космических систем.

1.5. Принцип ракетного движения; тяга ракетного двигателя, характеристическая скорость; удельные характеристики ракетных двигателей.

1.6. Формула Циолковского для одноступенчатых и многоступенчатых ракет, поправки к формуле Циолковского.

1.7. Основные этапы создания ЛА.

Раздел 2. Аэрогазогидродинамика ЛА

2.1. Основные понятия и уравнения аэрогазогидродинамики, основы механики разреженных и плотных сред.

2.2. Сопротивление тонких тел; влияние формы тела на волновое сопротивление; влияние вязкости потока и донного разряжения на сопротивление.

2.3. Определение коэффициента нормальной силы; момента сил и центра давления; пограничный слой в несжимаемом потоке.

2.4. Аэродинамические характеристики профилей и крыльев конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоках.

2.5. Изоэнтропические течения газа; теория скачков уплотнения, потенциальные течения идеального сжимаемого газа; аэродинамические характеристики профиля и крыла конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоках; интерференция частей ЛА.

2.6. Аэродинамика высоких скоростей, пограничный слой, аэродинамический нагрев; аэродинамика разреженных газов.

Раздел 3. Динамика полета и управление движением ЛА

3.1. Системы координат, направляющие косинусы, преобразования систем координат.

3.2. Общая теория движения ЛА: силы и моменты, действующие на ЛА в полете; возмущающие факторы, невозмущенное и возмущенное движения.

3.3. Поступательное и вращательное движение, пространственная модель динамики движения, разделение уравнений на продольное и боковое движение, линеаризация.

3.4. Инженерные методы расчета траектории полета ЛА; управление полетом на различных участках траектории; устойчивость и управляемость ЛА на различных участках траектории; методы пассивной стабилизации; стабилизация вращением; стабилизация с помощью активной системы управления.

3.5. Основные понятия теории автоматического управления (САУ). Общее понятие о системе и её составе, типовая функциональная схема САУ ЛА. Состав и назначение элементов САУ ЛА. Фундаментальные принципы управления. Классификация САУ ЛА в зависимости от характера изменения управляющего воздействия.

3.6. Основные способы математического описания систем управления. Дифференциальные уравнения САУ. Линеаризация уравнений. Понятие о линейной стационарной системе и её передаточной функции. Типовые динамические звенья. Временные характеристики: импульсная и переходная функции линейной стационарной системы, способы их получения. Классификация динамических звеньев. Передаточные функции линейной стационарной системы. Структурная схема системы.

3.7. Частотные характеристики линейной стационарной системы. Критерии устойчивости и показатели качества САУ.

3.8. Модели контуров стабилизации ЛА (крена, тангажа, рыскания, высоты полета).

Раздел 4. Двигательные установки ЛА

4.1. Общие сведения о двигательных установках ЛА. Классификация двигательных установок ЛА. Особенности жидкостных ракетных двигателей и двигателей на твердом топливе. Органы управления ЖРД и РДТТ.

4.2. Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД); процессы в камере сгорания ЖРД и его сопле; расходная и высотная характеристики ЖРД; теплообмен и тепловая защита стенок камеры ЖРД; вытеснительная и нагнетательная система подачи топлива в ЖРД, их основные системы и агрегаты.

4.3. Ракетные двигатели твердого топлива (РДТТ); механизм горения твердых ракетных топлив (ТРТ); зависимость скорости горения ТРТ от различных факторов; особенности конструкции камер и сопел РДТТ; теплозащита РДТТ. Факторы, влияющие на характеристики заряда РДТТ.

4.4. Гибридные и комбинированные двигатели, их характеристики.

Раздел 5. Строительная механика и прочность ЛА

5.1. Расчётные схемы элементов конструкции изделий ракетно-космической техники и их выбор; приближенные методы расчета стержневых систем, пластин и оболочек; определение нагрузок в элементах силовых конструкций ЛА.

5.2. Метод конечных элементов (МКЭ) и области его применения; расчет с помощью МКЭ напряженно-деформированного состояния элементов ракетно-космической техники (сухих отсеков, топливных отсеков, ферменных конструкций, раскрывающихся элементов).

Раздел 6. Конструкции и проектирование ЛА

6.1. Конструктивно-компоновочные схемы ЛА. Топливные и сухие отсеки, отсеки двигательной установки, боевые части, головные блоки, обтекатели и элементы их конструкции; несущие и управляющие поверхности. Элементы пневмогидросистем, элементы пироматериалов.

6.2. Конструктивно-компоновочные схемы ЛА. Аэродинамические и газодинамические органы управления. Системы разделения ступеней.

6.3. Теплозащитные покрытия, конструкция элементов теплозащиты отсеков.

6.4. Определение эксплуатационных нагрузок, методы расчёта на прочность элементов конструкции ЛА.

6.5. Многоуровневые ступени.

6.6. Системы аварийного спасения.

6.7. Автоматизация проектных и конструкторских работ.

Рекомендуемая литература и материалы для подготовки

Основная литература:

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика М.: Наука, 1976.
2. Оценка эффективности переносных зенитных ракетных комплексов / С. Н. Ельцин [и др.]; ред. В.М. Кашин, БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб, 2007. - 236 с.
3. Алешков М.Н., Жуков И.И. Физические основы ракетного оружия. М: Воениздат, 1965. С. 464.
4. Балабух Л.И., Алфутов Н.А., Усюкин В.И. Строительная механика ракет: Учебник для машиностроительных спец. вузов. - М.: Высш. шк., 1984. -391 с. 60 экз.
5. Башта Т.М. Гидравлические приводы летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967.
6. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. М.: Наука, 1967. 984 с. 3 экз.
7. Гинзбург И.П. Аэрогазодинамика. М.: Высшая школа, 1966.
8. Гладкий В.Ф. Динамика конструкции летательного аппарата. М. «Наука», 1969.- 496с. 1 экз.
9. Голубев И.С., Самарин А.В., Новосельцев Конструкция и проектирование летательных аппаратов. М: Машиностроение, 1995. С. 448.

10. Конюхов С.Н. Минометный старт межконтинентальных баллистических ракет. 1997.
11. Конструкция управляемых баллистических ракет Под ред. Синюкова А.И. М: Воениздат, 1969, 444с.
12. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета. Машиностроение, 1973.
13. Лизин В.Т., Паткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций: учебное пособие для вузов- М:Машиностроение, 2003. -448 с.
14. Морозов Н.И. Баллистические ракеты стратегического назначения. М: Воениздат, 1974. С. 206.
15. Моисеев М.Г. Трение и теплообмен в аэродинамике. Учебное пособие -СПб.: БГТУ, 2010.
16. Моисеев М.Г., Циркунов Ю.М. Основы аэрогазодинамики. Учебное пособие. СПб.: БГТУ, 2006.
17. Образцов И.Ф. и др. Строительная механика летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986, - 536 с. 19 экз.
18. Образцов И.Ф., Савельев И.М. Хазанов Х.С. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов. М. «Высшая школа», 1985, 392 с.
19. Основы проектирования ракетно-космических комплексов/ Г.П. Бирюков, Б.К. Гранкин, В.В. Козлов, В.Н. Соловьев. СПб, Алфавит, 2002.
20. Пенцак И.Н. Теория полета и конструкция баллистических ракет. М: Машиностроение, 1974, 334с.
21. Погорелов В.И. Система и ее жизненный цикл.: введение в CALS технологии: учебное пособие. - СПб.: БГТУ "Военмех", 2010. -182с.
22. Погорелов В.И. Строительная механика тонкостенных конструкций/ Учебн. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 160800 "Ракетостроение и космонавтика". - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2007. -528с.
23. Погорелов В.И. Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций. Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 160801 "Ракетостроение", - Санкт-Петербург: БГТУ, 2007 - 153с. 170 с.
24. Погорелов В.И. Нагрузки и нагрев беспилотных летательных аппаратов. Санкт-Петербург: БГТУ, 2010 -180с.
25. Реслер Иоахим. Механическое поведение конструкционных материалов: учебное пособие для вузов. Долгопрудный: Интеллект, 2011. -502 с.
26. Сегерлинд Д. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979, 392 с.
27. Толпегин О.А., Петрова И.Л. Динамика инерциальных систем управления летательных аппаратов. Учебное пособие. СПб.: БГТУ, 2009.
28. Уманский С.П. Ракеты-носители. Космодромы. М., Рестарт+, 2001.
29. Шалыгин А.С., Санников В.А. Математические модели динамики летательных аппаратов. Учебное пособие. Л.: ЛМИ. 1988.
30. Шалыгин А.С., Санников В.А. Математические модели стабилизации движения летательных аппаратов. Учебное пособие. Л.: ЛМИ, 1989.
31. Шалыгин А.С., И.Л. Петрова Траекторные задачи динамики беспилотных летательных аппаратов Учебное пособие СПб.: БГТУ, 2009.
32. Щербаков Б.Ф. Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: учебное пособие для вузов. СПб., БГТУ, 2008.
33. Щербаков Б.Ф. Противотанковые ракетные комплексы: учебное. СПб., БГТУ, 2010

34. Траекторные задачи в динамике движения летательных аппаратов [Текст]: практикум [для вузов] / Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2021. - 76 с.
35. Математические модели динамики движения летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов, В. А. Санников; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб: [б. и.], 2020. - 121 с.
36. Математические модели динамики движения летательных аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие [для вузов] / Т. Ю. Лемешонок, А. А. Сизова, Н. Е. Баранов, В. А. Санников; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2020.
37. Теория систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2003. - 750 с.
38. Теория управления [Текст]: тексты лекций [для вузов] / В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. [б. и.], 2019. - 114 с.
39. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб, 2014. - 95 с.
40. Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов: учебное пособие [для вузов], ч. 1 / С. Н. Ельцин; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб: 2011. - 100 с.
41. Проектные крылатых ракет: учебное пособие [для вузов] / А. Л. Исаков; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб, 2009. - 78 с.
42. Расчёт и проектирование систем разделения ступеней ракет: учебное пособие для вузов / К. С. Колесников [и др.]. - М Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 313 с.
43. Введение в ракетно-космическую технику: учебное пособие для вузов / М.Н. Охочинский, БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб, 2006. - 191 с.
44. Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки [Текст]: справочное издание / Ю.С. Соломонов [и др.] ; ред.: А.М. Липанов, Ю.С. Соломонов ; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2011 - 415 с.
45. Системы обеспечения теплового режима космических аппаратов: учебное пособие, - В. Д. Атамасов [и др.], Балт. гос. техн. ун-т, - СПб, 2017 - 104 с.
46. Испытания и стендовая отработка комбинированных ракетных двигателей / В.А. Сорокин [и др.] ; ред.: В.А. Сорокин, Д.А. Ягодников - М: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022, - 230 с.

Дополнительная литература:

1. Синтез облика противокорабельных и противотанковых ракет [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Л. Н. Бызов, А. Л. Исаков: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб, 2005, - 148 с.
2. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) [Текст]: учебное пособие для вузов / В. П. Мишин [и др.]: ред. А. М. Матвеев, О. М. Алифанова, - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 2005. - 375 с.
3. Технологические проблемы проектирования летательных аппаратов [Текст] / И. Т. Беляков, Ю. Д. Борисов, - М.: Машиностроение, 1978, - 240 с.
4. Проектирование и испытания баллистических ракет. [Текст] / ред. В. И. Варфоломеев, М. И. Копытов. - М: Воениздат, 1970, - 391 с.
5. Технология ракетостроения [Текст]: Учебное пособие / Г. П. Гардымов, Б. А. Парфёнов, А. В. Пчелинцев, - СПб: Спец. лит, 1997. - 320.
6. Композиционные материалы в ракетно-космическом аппаратостроении [Текст] / Г. П. Гардымов [и др.]; ред. Г. П. Гардымов, ред. Е. В. Мешков. - СПб: Спец. лит., 1999. - 271 с.
7. Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов [Текст] : Учебник для вузов/ Б. В. Грабин [и др.]: ред. В. П. Мишин, В. К. Карраска. - М: Машиностроение, 1991, - 415 с.
8. Основы проектирования беспилотных летательных аппаратов с учётом экономической эффективности [Текст]. И. И. Дракин, ред. В. Г. Немцов, - М.: Машиностроение, 1973. - 224 с.
9. Инженерное проектирование неуправляемых баллистических ракет с РДТТ [Текст] / Ю. М. Николаев, Ю. С. Соломонов. - М.: Воениздат, 1979, - 240 с.
10. Информационная поддержка наукоёмких изделий. САС-технологии. И. П. Норенков, П. К. Кузьмин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002, - 320 с.
12. Основы проектирования твёрдотопливных управляемых баллистических ракет [Текст]: учебное пособие для вузов. ч. II / Ю. М. Николаев [и др.]: Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 141 с.
13. Проектирование конструкций летательных аппаратов [Текст] : учебник для вузов, И. С. Голубев, А. В. Самарин, М.: Машиностроение, 1991. - 512 с.
14. Конструкция и проектирование теплозащиты беспилотных летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие (для вузов) / Б. М. Авхимович, ред. В. П. Соколов; Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе. - М.: [б. и.], 1974, - 161 с.
15. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: учебное пособие / В. Е. Чеботарев, В. Е. Косенко; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. - Красноярск, 2011. - 488 с.
16. Технология производства космических аппаратов: учебник / Н. А. Тестоведов, М. М. Михеев, А. Е. Михеев и др.; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. - Красноярск, 2009. - 216 с.

Электронные материалы:

1. Электронные ресурсы на сайте библиотеки <http://library.voenmeh.ru>

Для этого необходимо пройти процедуру регистрации на сайте (авторизироваться):

- ✓ первое поле: ваша фамилия (с большой буквы без пробелов)
- ✓ второе поле: № вашего читательского билета (все цифры без пробелов)

Все электронные ресурсы авторов БГТУ «ВОЕНМЕХ» доступны в нашем Репозитории: электронные учебные пособия, монографии, статьи и пр.

Для того, чтобы пользоваться Репозиторием в полном объеме вам необходимо пройти процедуру авторизации:

- ✓ логин: ваша Фамилия
- ✓ пароль: № читательского билета

2. Электронная Библиотечная Система «Лань» <https://e.lanbook.com/>

У ЭБС «Лань» есть возможность удаленной регистрации и работы. Вы можете сделать это удаленно на любом электронном устройстве с доступом в Интернет. Вам не нужно присутствовать в библиотеке, достаточно просто перейти по ссылке и зарегистрироваться: <https://e.lanbook.com/auth/signin>

3. Электронная Библиотека Юрайт <https://urait.ru/>

Краткое руководство по использованию ресурса:

- ✓ Заходите на сайт <https://urait.ru/>
- ✓ Выбираете тип учебной записи: Студент, Преподаватель, Библиотекарь
- ✓ Заполните все обязательные поля:
 - Фамилии и Имя прописывать полностью и на русском языке.
 - ВУЗ: Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург).
 - Подразделение: Кафедра или отдел, в котором вы учитесь или работаете.
- ✓ В течение нескольких дней вуз подтвердит ваше право пользования электронной библиотекой Юрайт.

3. Электронной-Библиотечной Системе Ibooks.ru <https://ibooks.ru/>

Краткое руководство по использованию ресурса:

- ✓ Зайдите на сайт <https://ibooks.ru/>
- ✓ Войдите в систему. Для удалённого доступа есть мультиаккаунтный вход, который позволит читателю зарегистрироваться из дома или с мобильного устройства:
 - Логин m3396
 - Пароль 95b72826
- ✓ После входа в общую систему нужно произвести индивидуальную регистрацию
 - ✓ При регистрации у вас выпадет поле, в котором будет уточняться: Хотите зарегистрировать пользователя вручную или сгенерировать логин и пароль автоматически?

- А) При регистрации вручную вы самостоятельно вводите свои данные
- Б) При автоматической регистрации сайт сам генерирует вам логин и пароль

Для работы и поиска книг перейдите в читальный зал.

Для расширенного поиска книг используйте функцию поиск ПО ПОЛНОМУ ТЕКСТУ.

4. Электронно-библиотечная система издательства ТНТ

Контент ЭБС составляют книги по всем отраслям знаний, выпущенные издательством «Тонкие наукоемкие технологии».

Ссылка на ресурс: <http://www.tnt-ebook.ru/>

Доступ осуществляется только по IP-адресам университета.

Для доступа из дома переходите по ссылке

http://tnt-ebook.ru/login?org_access_token=3d98687dfd9dfb2a0b6c5003a4231dfc

Для регистрации:

- ✓ зарегистрироваться в организации
- ✓ заполнить данные

В случае, если у вас возникнут проблемы или вопросы связанные с получением электронных ресурсов, вы можете обратиться на электронную почту: vopros-library@bstu.spb.su или воспользоваться обратной связью на сайте во вкладке «Вопрос библиографу».

Составители (Члены редакционной комиссии)

Ученая степень, ученое звание, должность	Подпись	Ф.И.О.
Д.т.н., профессор, заслуженный профессор А.И.		Борисовский Василий Александрович
Д.т.н., профессор, заслуженный профессор А.И.		Евдокимов Валерий Александрович

Дата: 2021