

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

Кафедра Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов (А4)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности БГТУ «ВОЕНМЕХ»

им. Д.Ф. Устинова

А.В. Суслин

«16» 04 2026 г.

ПРОГРАММА

КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

Санкт-Петербург
2026 г.

1. Планируемые результаты сдачи кандидатского экзамена

Государственный экзамен представляет собой кандидатский экзамен по специальности научных исследований и сдается по программе специальности «2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

2. Организация и прием кандидатского экзамена

2.1. Оценочные средства экзамена

Для рубежной аттестации обучающихся образован фонд оценочных средств в виде вопросов на экзамен.

Вопросы, выносимые на экзамен:

Раздел 1. Основные свойства и характеристики систем, комплексов и образцов ракетной и ракетно-космической техники

1.1 Комплексы и образцы ракетной и ракетно-космической техники (Р и РКТ). Целевые задачи, решаемые комплексами Р и РКТ. Понятие о жизненном цикле комплекса.

1.2. Свойства комплексов (тактические, технические, эксплуатационные, экономические и др.). Тактико-технические характеристики комплексов Р и РКТ. Методы определения тактико-технических характеристик комплексов Р и РКТ и их отдельных элементов.

1.3. Показатели стойкости Р и РКТ к воздействию поражающих факторов ядерного взрыва и других средств поражения.

1.4. Последовательность разработки комплексов (образцов) Р и РКТ, содержание основных этапов. Назначение и содержание ТТТ (ТЗ) на разработку комплексов и образцов Р и РКТ и их системы эксплуатации.

Раздел 2. Надежность наземных транспортно-технологических средства и комплексов.

2.1. Источники и причины отказов в технических системах. Показатели надежности комплексов Р и РКТ.

2.2. Изменение свойств и состояния материалов. Типовые закономерности протекания процессов старения во времени. Процессы изнашивания и их закономерности. Усталостное разрушение. Критерии усталости.

2.3. Типовые распределения наработки до отказа, между отказами и времени восстановления работоспособного состояния технических объектов. Методы расчета показателей безотказности технических объектов.

2.4. Принципы определения безотказности технических объектов путем статистического моделирования процессов возникновения отказов. Испытания на надежность.

2.5. Пути и методы обеспечения требуемого уровня надежность. Резервирование.

Раздел 3. Заправочные системы космических стартовых комплексов.

- 3.1. Технология заправки космических аппаратов. Заправочное оборудование для заправки ракеты-носителя компонентами топлива. Требования к заправочному оборудованию с учетом спецификации компонентов топлива.
- 3.2. Насосная и вытеснительная схемы подачи компонентов топлива.
- 3.3. Математические моделирования гидродинамических и тепломассообменных процессов в заправочных системах и аппаратах, обеспечивающих заправку, дозирование и подготовку низко- и высококипящих компонентов ракетного топлива по температуре и газовому содержанию.

Раздел 4. Газовые приводы наземных транспортно-технологических средств и комплексов.

- 4.1. Общие сведения о газовых приводах стартовых комплексов. Источники энергии, области применения, преимущества и недостатки, требования к газогенераторам, особенности рабочих процессов.
- 4.2. Общие сведения о твердых топливах (порохах), используемых в газовых приводах. Общие сведения о порохах, классификация, дымный порох, баллиститные пороха. Представления о смесевых твердых ракетных топливах. Воспламенение и горение топлив.
- 4.3. Закон скорости горения. Влияние различных факторов на процесс горения порохов: давления, начальной температуры, плотности и структуры, катализаторов, перегрузок, обтекания продуктами сгорания.
- 4.4. Математические модели многокамерных газовых приводов
- 4.5. Минометный и катапультный старт. Обеспечение оптимальных параметров
- 4.6. Газовые приводы открытие защитных устройств сдвижного и поворотного типа. Катапультные устройства. Газожидкостная схема привода. Телескопический толкатель.

Раздел 5. Системы ударовиброзащиты стартовых комплексов .

- 5.1. Виды нагрузок на стартовые комплексы и их элементы. Основные задачи ударовиброзащиты и методы их решения. Требования к системам ударовиброзащиты.
- 5.2. Металлические упругие элементы систем ударовиброзащиты. Их схемы и силовые характеристики.
- 5.3. Неметаллические и газовые упругие элементы систем ударовиброзащиты. Их схемы и силовые характеристики.
- 5.4. Демпфирующие элементы систем ударовиброзащиты. Их схемы и силовые характеристики.
- 5.5. Принципы выбора расположения и параметров амортизирующих элементов в пространственных системах ударовиброзащиты

Раздел 6. Подвижные стартовые комплексы наземного базирования (ПСКНБ).

- 6.1 Типы ПСКНБ. Требования к ПСКНБ. Защищенность ПСКНБ. Мобильность ПСКНБ. Скрытность ПСКНБ.

6.2 Нагрузки, действующие на агрегаты подвижных технических средств. Весовые нагрузки. Транспортные нагрузки. Характеристики дорог, железнодорожного полотна и их несущая способность. Ветровые нагрузки. Нагрузки при механическом воздействии. Нагрузки при воздействии поражающих средств

6.3. Динамика ПСКНБ в движении и при внешнем воздействии: общая характеристика и математические модели.

6.4. Системы и средства защиты ПСКНБ и их элементов от внешних динамических воздействий.

Раздел 7. Стационарные стартовые комплексы стратегического назначения

7.1. Поражающие факторы ядерного взрыва, действующие на стационарные технические средства: механическое, радиационное, электромагнитное, тепловое. Навал грунта на защитное устройство.

7.2. Понятие защищённости стационарных боевого ракетного комплекса стратегического назначения.

7.3. Схемы и конструкции шахтных стволов. Шахтные стволы с оголовком и без оголовка. Нагрузки, действующие на шахтный ствол. Схемы расчёта несущей способности шахтного ствола. Особенность расчёта несущей способности шахтного ствола при наличии оголовка и без оголовка.

7.4. Защитное устройство (ЗУ) стационарных технических средств. Основные требования к ЗУ и пути их решения. Основание защитного устройства его назначение и принципиальная схема. Способы обеспечения герметичности в процессе эксплуатации и внешнем воздействии, а также непопадания грунта, снега и т.д. при открывании крыши. Кинематическая схема привода открывания.

7.5. Система амортизации. Назначение системы амортизации и предъявляемые к ней требования. Маятниковая и опорная схемы системы амортизации. Схемы системы амортизации с прямым и обратным маятником. Особенности каждой схемы. Вертикальная система амортизации, её состав. Кинематические звенья, упругие и демпфирующие элементы, их типовые конструкции. Рабочие характеристики упругих и демпфирующих элементов.

7.6. Горизонтальная система амортизации, её состав. Пояса и блоки горизонтальной системы амортизации. Вопрос оптимизации количества поясов и блоков в каждом поясе. Кинематические звенья, упругие и демпфирующие элементы, их типовые конструкции. Рабочие характеристики упругих и демпфирующих элементов. Обеспечение надёжного возврата амортизированного объекта после ядерного воздействия в исходное положение и выключения системы амортизации при старте. Математические модели динамики.

Раздел 8. Стартовые системы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

8.1. Катапультные системы запуска БПЛА с резино-шнуровыми упругими элементами, с плоскими упругими элементами, с пружинными упругими элементами.

8.2. Катапультные системы запуска БПЛА с газовыми катапультами (пневматические и на «горячих» газах).

- 8.3. Запуск БПЛА с использованием полиспастных систем. Общие представления о полиспаствах, силовые и скоростные полиспасты, кратность полиспаства, схемы полиспаствов, источники рабочего тела для катапульта с полиспастной трансмиссией.
- 8.4. Описание движения передаточного звена пусковой установки БПЛА с использованием уравнения Лагранжа второго рода. Приведение к одному звену уравнений динамики механизма катапульта на основе полиспаства.
- 8.5. Запуск БПЛА с использованием стартового ускорителя. Общие представления о стартовых ускорителях. Конструктивно-компоновочные схемы установки ракетного стартового ускорителя. Преимущества и недостатки. Конструктивное исполнение стартового ускорителя.
- 8.6. Системы торможения подвижных частей катапульта. Типы и характеристики.

Раздел 9. Гидравлические приводы наземных транспортно-технологических средств и комплексов.

- 9.1. Основные способы регулирования гидроприводов.
- 9.2. Постановки задачи расчета параметров функционирования гидравлического привода.
- 9.3. Основные виды потребителей гидравлической энергии в машиностроительных гидроприводах.
- 9.4. Основные виды источников гидравлической энергии в машиностроительных гидроприводах.
- 9.5. Гидравлические распределители клапанного и золотникового типа. Их основные отличия, достоинства, недостатки и область применения.
- 9.6. Типы гидравлических насосов. Зависимости мощности и момента на валу от гидравлических выходных параметров
- 9.7. Способы регулирования гидравлических насосов.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение кандидатского экзамена по научной специальности «2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

3.1 Основная литература:

1. Долбенков В. Г., Дудин С. М. Защитные устройства пусковых установок: учебное пособие. — СПб: БГТУ им. Д. Ф. Устинова, 2021. — 102 с.
2. Долбенков В. Г., Дудин С. М. Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: учебное пособие. — СПб: БГТУ им. Д. Ф. Устинова, 2019. — 53 с.
3. Маштаков, А. П. Физические основы пуска : учебное пособие / А. П. Маштаков. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, 2023. — 126, [1] с.
4. Жеребин, А. И., Андреев О.В. Газовые приводы стартовых комплексов; под ред. Г. М. Звягиной. - СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, 2025. — 160 с.
5. Жеребин, А. И., Андреев О.В. Основы теории миномётного старта : учебное пособие. — СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, 2024. — 104, [1] с.
6. Жеребин А. И., Андреев О. В. Устройства запуска беспилотных летательных аппаратов. — СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, 2026. — 100 с.
7. Круглов Ю.А., Храмов Б.А., Кабанов Э.Н. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: учебное пособие. — Санкт-Петербург : БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, 2012. — 156 с.

8. Системы катапультирования ракет : монография / Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков, В. Б. Синильщиков. — Санкт-Петербург : БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, 2010. — 182 с.
9. Пузин, Ю. Я. Основы устройства и эксплуатации космических комплексов : учебное пособие / Ю. Я. Пузин, С. Л. Сафронов. — Самара : Самарский университет, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-7883-1768-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/336506>.
10. Основы теории и проектирования стартового оборудования: учебное пособие / Б.А.Храмов; О.В. Андреев. —Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ «ВОЕНМЕХ» им.Д.Ф.Устинова, 2023. — 126с.

3.2 Дополнительная литература:

1. Бирюков, Г. П. Газодинамика стартовых комплексов / Г. П. Бирюков, А. Б. Бут, В. А. Хотулев, С. А. Фадеев. — Москва : РЕСТАРТ, 2012. — 364 с.
2. Наземное технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Козлов, И.О. Кукушкин, А.В. Лагун, М.А. Марченко. — Электрон. текстовые дан. (20,0 МБ) — СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2021. — 1 электрон. опт. диск (CD).
3. Стартовое оборудование. В 3 ч. Ч. 1. Пусковые установки подвижных грунтовых ракетных комплексов : учебное пособие / А. Н. Громыко [и др.]. — Москва : МАДИ, 2023. — 156 с.
4. Технологическое оборудование ракетно-космических комплексов. Часть 1. Стартовое оборудование ракетно-космических комплексов: учебник. Под ред. Гранкина Б.К. СПб. ВКА им. А.Ф. Можайского, 2010 г.
5. Труханов, В. М. Надежность технических систем типа подвижных установок на этапе проектирования и испытаний опытных образцов / В. М. Труханов. — Москва : Машиностроение, 2003. — 320 с.
6. Храмов Б.А., Шерин П.А. Проектирование технологического оборудования транспортно-установочного агрегата: учебное пособие — СПб.: Изд-во БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 2022. — 69 с.
7. Храмов Б. А., Яковлев С. А. Зенитные ракетные системы С-300: учебное пособие. СПб: БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, 2012. — 46 с.

3.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

- фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова <http://library.voenmeh.ru>
- ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/> ;
- ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/> ;
- ЭБС «Айбукс» <https://ibooks.ru/>
- ЭБС «Тонкие Научные Технологии»<https://tnt-ebook.ru/> .