

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 НР и ИР
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
С.А. Матвеев
«23» 09 2022 г.

КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

Специальность: **2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы**

Санкт-Петербург
2022 г.

1. Планируемые результаты сдачи кандидатского экзамена

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

Целью экзамена является контроль знаний по научно-техническим основам проектирования и эксплуатации наземного оборудования, стартовых и технических комплексов ракет и космических аппаратов, их подсистем и элементов.

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 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. Комплекс Р и РКТ как сложная система. Иерархическая структура комплекса (системы) Р и РКТ. Основные структурные элементы сложных систем и комплексов Р и РКТ.

1.4. Эксплуатационные свойства комплексов, Р и РКТ, их характеристики. Экономические свойства комплексов Р и РКТ и их показатели. Методы оценки стоимости образцов и комплексов Р и РКТ. Методы военно-экономического анализа и обоснования показателей качества Р и РКТ.

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

1.6. Основные факторы, определяющие конструкцию (устройство) образцов и комплексов Р и РКТ (назначение, боевые задачи, условия и способы боевого применения, уровень развития науки, техники, экономики и др.). Требования к образцам Р и РКТ (тактико-технические требования, общие технические требования и др.). Влияние параметров и характеристик Р и РКТ противника и способов их применения на тактико-технические требования и характеристики образцов отечественных Р и РКТ.

1.7. 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 образцов ракетно-космической техники.

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. Коррозия материалов и сплавов. Основные закономерности протекания процесса коррозии во времени. Влияние на интенсивность процесса коррозии различных факторов. Биологические повреждения материалов и покрытий.

2.4. Надежность программного обеспечения. Показатели надежности образцов (комплексов) Р и РКТ. Потоки отказов и восстановлений технических объектов и их характеристики.

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

- 2.6. Принципы определения безотказности технических объектов путем статистического моделирования процессов возникновения отказов. Испытания на надежность.
- 2.7. Пути и методы обеспечения требуемого уровня надежности. Резервирование.

Раздел 3. Основы управления эксплуатацией и восстановлением Р и РКТ

- 3.1. Система эксплуатации и восстановления Р и РКТ, ее цели и характеристики эффективности.
- 3.2. Задачи оптимизации программ эксплуатации и восстановления Р и РКТ.
- 3.3. Принципы эксплуатации Р и РКТ. Эксплуатационные и ремонтные свойства и характеристики образцов и комплексов Р и РКТ, принципы их оценки и обеспечения.
- 3.4. Техническое обслуживание и ремонт образцов и комплексов Р и РКТ. Задачи оптимизации периодичности и объема технического обслуживания и ремонта.
- 3.5. Определение предельных сроков эксплуатации Р и РКТ и их систем. Выбор совокупностей показателей для оценки работоспособности образцов Р и РКТ.
- 3.6. Признаки неисправности в системе. Методы обнаружения возникшей неисправности. Принципы построения программы поиска неисправностей.
- 3.7. Управление обеспечением Р и РКТ запасными частями. Вероятностные задачи управления запасами.
- 3.8. Планирование процессов эксплуатации и восстановления отдельных комплексов (образцов) и групп комплексов (образцов) Р и РКТ.

Раздел 4. Системы автоматизированного проектирования и решение оптимизационных задач.

- 4.1. Формирование критериев оптимизации (целевой функции) и учет ограничений. Типы и варианты оптимизационных задач, решаемых при обосновании требований к образцам и комплексам Р и РКТ и их эксплуатации.
- 4.2. Математические методы решения задач оптимизации. Учет ограничений различного вида. Методы многокритериальной оптимизации.
- 4.3. Методы формирования технического облика образцов Р и РКТ в системе автоматизированного проектирования (САПР). Основные понятия и методология проектирования с применением САПР.
- 4.4. Программные средства САПР.

Раздел 5. Проектирование и расчет заправочных систем космических стартовых комплексов (КСК) и их элементов.

- 5.1. Технология заправки космических аппаратов. Заправочное оборудование для заправки ракеты-носителя компонентами топлива. Требования к заправочному оборудованию с учетом спецификации компонентов топлива.
- 5.2. Насосная и вытеснительная схемы подачи компонентов топлива.
- 5.3. 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 6. Проектирование газовых приводов стартовых комплексов.

- 6.1. Требования к газовым приводам.
- 6.2. Топлива для газовых приводов. Воспламенение и горение топлив.
- 6.3. Математические модели газовых приводов.
- 6.4. Минометный и катапультный старт.
- 6.5. Особенности использования ПАД в докритическом и критическом режимах.
- 6.6. Решение задачи по выбору параметров привода.

Раздел 7. Проектирование технических средств наземного базирования (ПТСНБ).

- 7.1. Типы ПТСНБ. Требования к ПТСНБ. Защищенность ПТСНБ. Мобильность ПТСНБ. Скрытность ПТСНБ.
- 7.2. 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.
- 7.3. Динамика ПТСНБ в движении и при внешнем воздействии: общая характеристика и математические модели.

7.4. Системы и средства защиты ПТСНБ и их элементов от внешних динамических воздействий.

Раздел 8. Проектирование стартовых комплексов морского базирования (СКМБ).

8.1. Динамика корабля. Регулярная и нерегулярная качка корабля. Слеминг. Нагрузки от внешнего воздействия. Математические модели.

8.2. Старт ракет в условиях качки. Обеспечение безударности.

8.3. Способы запуска ракет из-под воды. Сухой и затопленный способы старта. Особенности гидрогазодинамических и динамических процессов, протекающих при запуске ракет из-под воды.

8.4. Математические модели протекающих процессов для различных схем подводного старта.

8.5. Нагрузки, действующие при выходе изделия из пусковой установки подводной лодки. «Кавитационный» и газоструйный способы защиты от набегающего потока воды. Расчет формирования защитной газовой полости.

8.6. Присоединенные массы жидкости при движении тел под водой и способы их определения.

Раздел 9. Проектирование стационарных стартовых комплексов стратегического назначения

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

9.2. Понятие защищённости стационарные боевого ракетного комплекса стратегического назначения.

9.3. 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.

9.4. 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.

9.5. 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.

9.6. 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

2.2. Порядок приема и критерии оценивания кандидатского экзамена

2.2.1. Аспирант (соискатель) сдает экзамен в устной или письменной форме.

2.2.2. Аспиранту (соискателю) задаются 6 вопросов: 3 вопроса по основной программе (см. п. 2.1; вопросы задаются из разных разделов) и 3 вопроса по одной из дополнительных программ. За ответ по каждому из вопросов ставится оценка по пятибалльной системе.

2.2.3. Оценка ответа соискателя (аспиранта) по основной программе определяется как средняя из оценок по трем вопросам основной программы при условии, что они все положительные.

2.2.4. Оценка ответа соискателя (аспиранта) по дополнительной программе определяется как средняя из оценок по трем вопросам дополнительной программы при условии, что они все положительные.

2.2.5. Общая оценка за экзамен определяется как средняя из оценок по шести вопросам (три вопроса основной программы и три вопроса дополнительной программы) при условии, что они все положительные. Если результирующее значение имеет вид дроби с дробной частью $\frac{1}{2}$, производится округление к большему значению.

2.2.6. Необходимость пересдачи экзамена возникает только в случае смены темы диссертационной работы, приводящей к изменению научной специальности.

Рекомендуемая основная литература

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Наземные комплексы, стартовое оборудование, эксплуатация летательных аппаратов»

3.1 Основная литература:

Таблица 1

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1.	Долбенков В.Г., Дудин С. М.	Защитные устройства пусковых установок	БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова.	2021
2.	Долбенков В. Г., Дудин С. М	Ударовиброзащитные устройства стартовых комплексов: учебное пособие [для вузов]	БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова.	2019
3.	Жарова С. С., Красильников Р. В., Мартынов В. Л.	Математическое моделирование процессов пуска подводных изделий: учебное пособие [для вузов]	БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова.	2020
4.	Красильников А. В., Красильников Р. В.	Исследование способа пуска необитаемых подводных аппаратов с надводного носителя.	БГТУ "ВОЕНМЕХ", им. Д.Ф.Устинова	2013
5	Красильников А. В. [и др.]	Проектирование и испытания малогабаритных подводных пусковых устройств	БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова	2017
№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
6.	Маштаков А.П., Красильников Р. В.	Физические основы пуска: учебное пособие [для вузов]	БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова.	2018
7.	Погорелов В.И.	Строительная механика летательных аппаратов: лабораторный практикум в ANSYS	БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова.	2014
8.	Храмов Б. А., Яковлев С.А.	Зенитные ракетные системы С-300: учебное пособие для вузов	БГТУ "ВОЕНМЕХ", им. Д.Ф.Устинова	2012
9.	Щербаков Б.Ф.	Авиационные ракетные комплексы: учебное пособие для вузов	БГТУ "ВОЕНМЕХ", им. Д.Ф.Устинова	2012
10		Гидрогазодинамика и теплообмен. Термодинамика [Электронный ресурс] : тематическая коллекция : 20 книг в формате DJVU		2012
11	Козлов В.В., Кукушкин И.О., Лагун А.В., Марченко М.А.	Наземное технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебник 1 электрон. опт. диск (CD).	ВКА имени А.Ф. Можайского	2021

3.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	Авдеевский В.А. (ред.)	Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10-ти томах.	Машиностроение	1986-90
2	Афанасьев Е.В., Балобан В.И., Бобышев С.В., Добросердов И.Л	Структурно-элементное моделирование газодинамических процессов при старте ракет: учебное пособие для ВУЗов	БГТУ «ВОЕНМЕХ», им. Д.Ф.Устинова	2004
3	Бармин И.В. (ред.)	Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники (инженерное пособие). Книга 1	Полиграфикс РПК	2005
4	Бармин И.В. (ред.)	Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники (инженерное пособие). Книга 2	Полиграфикс РПК	2006
5	Бирюков Г.П., Бут А.Б., Хотулев В.А., Фадеев А.С.	Газодинамика стартовых комплексов	Рестарт	2004
6	Волков Б.Н. (ред.)	Ремонтопригодность машин	Машиностроение	1975
7	Гранкин Б.К.(ред.)	Технологическое оборудование ракетно-космических комплексов. Часть 1. Стартовое оборудование ракетно-космических комплексов: учебник	ВКА им. А.Ф. Можайского	2010
8	Грибанов В.Ф. (ред)	Методы отработки научных и народнохозяйственных ракетно-космических комплексов.	Машиностроение	1995
9	Евтифьев М. Д.	Испытания ракетно-космической техники: учебное пособие для вузов	Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т им. акад. М. Ф. Решетнева	2005
10	Карпенко А.В., Уткин А.Ф., Попов А.Д.	Отечественные стратегические ракетные комплексы.	Невский Бастион – Гангут	1999
11	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П. Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б.	Системы катапультирования ракет	БГТУ "ВОЕНМЕХ", им. Д.Ф.Устинова	2010
12	Круглов Ю.А., Храмов Б.А., Кабанов Э.Н.	Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: учебное пособие	БГТУ "ВОЕНМЕХ", им. Д.Ф.Устинова	2010
13	Маликов В. Г., Комиссарик С. Ф., Коротков А.М.	Наземное оборудование ракет	Воениздат	1971
14	Пархоменко П.П., Согомоян Е.С.	Основы технической диагностики	Энергоиздат	1981
15	Труханов В. М.	Новый подход к обеспечению надёжности сложных систем	Спектр	2010
16	Труханов В.М.	Справочник по надёжности специальных подвижных установок: Справочное издание	Машиностроение	1997

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
17	Уманский С.П.	Ракеты-носители. Космодромы.	Рестарт	2001
18	Храмов Б. А.	Основы теории и проектирования устройств и систем боевого железнодорожного ракетного комплекса: учебное пособие для вузов	БГТУ "ВОЕНМЕХ"	2005
19	Дегтярь В.Г., Пегов В.И.	Гидродинамика подводного старта ракет	Машиностроение - Полет	2009
20	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П. Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б.	Проектирование космодромов океанского базирования	БГТУ "ВОЕНМЕХ"	2007
21	Труханов В. М.	Надёжность технических систем: учебное пособие для вузов	Машиностроение	2008
22	Шевченко С. Н. и др.	Стратегические ракетные комплексы наземного базирования	Военный парад,	2007
23	Щербаков Б.Ф.	Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: учебное пособие для вузов	БГТУ «ВОЕНМЕХ»	2008
24	Щербаков Б. Ф., Румянцев Б. В.	Противотанковые ракетные комплексы: учебное пособие для вузов	БГТУ "ВОЕНМЕХ", им. Д.Ф.Устинова	2010
25	Алексеев Е. Ф., Афанасьев Е. В.	Гидрооборудование стартовых комплексов курс лекций для вузов.	БГТУ «ВОЕНМЕХ»	2008

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

Электронные ресурсы:

ЭБС «Лань», ЭБС «Юрайт», library.voenmeh.ru