

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова
А.В. Суслин
«24» 20 г.



КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
2.5.13. Проектирование, конструкции и производство летательных аппаратов

Санкт-Петербург
2026 г.

1. Планируемые результаты сдачи кандидатского экзамена

Государственный экзамен представляет собой кандидатский экзамен по специальности научных исследований и сдается по программе дисциплины «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

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. Обзор современного уровня ракетно-космической техники

Раздел 2. Общее проектирование летательных аппаратов..

2.1. Роль и место проектирования в процессе разработки ЛА.

2.2. Общая характеристика ЛА различного назначения.

2.3. Перспективные направления совершенствования ЛА, вопросы конверсии, системы «двойного применения».

2.4. Этапы проектирования, содержание задач, решаемых на отдельных этапах.

2.5. Общий подход к оптимизации проектных параметров ЛА (проектных решений).

2.6. Место проектирования в жизненном цикле изделия, стадии разработки и создания ЛА.

Раздел 3. Системный подход — основа современной методологии проектирования.

3.1. Математическая постановка задач оптимального проектирования и методы ее решения.

3.2. Основные положения методологии и системотехники..

3.3. Соотношение формализуемых и неформальных процедур процесса проектирования и пути их объединения.

3.4. Визуализация как способ решения задач и средство обмена информацией в процессе проектирования.

3.5. Особенности технологии автоматизированного проектирования.

3.6. Концептуальное проектирование.

3.7. Конструктивно-компоновочная схема (ККС).

Раздел 4. Определение основных проектных параметров ЛА.

4.1. Возможные схемы алгоритмов определения проектных параметров. 4.2. Параметрический анализ.

4.3. Оптимизация проектных параметров при заданных требованиях и ограничениях.

4.4. Блок- схема алгоритма определения параметров ЛА в системе автоматизированного проектирования.

4.5. Центровка ЛА. Особенности компоновки и центровки различных типов ЛА.

Раздел 5. Общие вопросы конструирования ЛА и их агрегатов.

5.1. Методы формирования конструктивно-силовой схемы.

5.2. Конструкционные способы обеспечения качества: прочность конструкции, устойчивость, герметичность, долговечность, надежность.

5.3. Нормы прочности. Коэффициент безопасности.

5.4. Аэродинамические, динамические и тепловые нагрузки на ЛА.

5.5. Расчетные случаи.

5.6. Проектирование оптимальных конструкций фюзеляжа, корпуса, крыльев и топливных баков.

5.7. Методы выбора основных конструкционных, теплозащитных и теплоизоляционных материалов.

5.8. Влияние интенсивности и вида действующей нагрузки на конструкцию ЛА.

- 5.9. Применение метода конечных элементов (МКЭ) при проектировании рациональных конструктивно силовых схем.
- 5.10. Выбор материалов элементов конструкции с учетом условий производства, эксплуатации, прочности, жесткости и долговечности.
- 5.11. Проектирование крыла, оперения и органов управления.
- 5.12. Конструкция и проектирование фюзеляжа (корпуса) и силовой установки.
- 5.12. Требования к силовой установке, типы и характеристики авиационных и ракетных двигателей.
- 5.13. Топливные отсеки в конструкции корпуса.

Раздел 6. Управление разработкой, автоматизация проектирования, конструирования и производства.

- 6.1. Задачи макропроектирования.
- 6.2. Постановка задачи оптимизации управления разработкой.
- 6.3. Методы математического программирования. проектных решений.
- 6.4. Методики решения проектных задач с учетом риска и компромисса.
- 6.5. Пути формализации процесса проектирования, неформализуемые условия.
- 6.6. Принципы организации и структура систем автоматизированного проектирования и конструирования (САПР).
- 6.7. Принципы разработки и структура пакетов прикладных программ.
- 6.8. Управление процессами разработки проекта.
- 6.9. Автоматизированные системы проектирования технологических процессов (АСПТП).

Раздел 7. Системы управления ЛА. Требования к системе управления ЛА различного назначения.

- 7.1. Задачи проектирования систем управления, стабилизации и наведения ЛА.
- 7.2. Важнейшие характеристики управляемости и их связи с параметрами ЛА.
- 7.3. Автономные системы управления, системы телеуправления, системы самонаведения.
- 7.4. Надежность, ресурс и безопасность полета ЛА.
- 7.5. Эксплуатационная технологичность ЛА.
- 7.6. Надежность, живучесть, ресурс и срок службы конструкции планера ЛА.

Раздел 8. Основы технологии производства ЛА.

- 8.1. Производственный процесс и его составляющие.
- 8.2. Конструкторские и технологические методы обеспечения качества. и их влияние на ресурс конструкции.
- 8.3. Общие принципы обеспечения точности изготовления деталей.
- 8.4. Методы обеспечения взаимозаменяемости в производстве ЛА.
- 8.4. Характеристика плазово-шаблонного метода изготовления деталей и сборки ЛА.
- 8.5. Общие и частные требования технологичности. Показатели технологичности.

Раздел 9. Процессы изготовления деталей ЛА.

- 9.1. Тенденции в развитии современного производства ЛА.
- 9.2. Классификация деталей, заготовок и полуфабрикатов из металлов и композиционных материалов.
- 9.3. Процессы раскроя заготовок и полуфабрикатов.
- 9.4. Напряженно- деформированное состояние заготовки.
- 9.5. Классификация деталей и видов процессов.
- 9.6. Высокоскоростные, высокоэнергетические процессы изготовления ЛА..
- 9.7. Технологические процессы термической обработки и создания защитных покрытий.
- 9.8. Основные этапы и последовательность проектирования технологических процессов изготовления деталей.

Раздел 10. Процессы сборки узлов и агрегатов.

- 10.1. Объем, содержание и условия сборочных работ в производстве ЛА.

- 10.2. Основные системы базирования, применяемые при сборке корпуса объектов ракетно-космической техники.
- 10.3. Характеристика процессов соединений.
- 10.4. Основные положения формирования технологического членения.
- 10.5. Структура сборочной единицы и ее технологичность при сборке.
- 10.6. Проектирование процессов сборки узлов и агрегатов.
- 10.6. Учет жесткости деталей при сборке.
- 10.7. Сборка узлов из композиционных материалов.
- 10.8. Характеристика агрегатов как объектов сборки.
- 10.9. Особенности сборки герметичных агрегатов. Испытание герметичных отсеков.
- 10.10. Обеспечение взаимозаменяемости отсеков и агрегатов по стыкам с другими агрегатами.

Раздел 11. Процессы окончательной сборки, монтажа и испытания систем ЛА.

- 11.1. Требования к агрегатам, поступающим на окончательную сборку.
- 11.2. Виды испытаний систем и оборудования ЛА.
- 11.3. Классификация и общая характеристика испытаний по воздействующим факторам.
- 11.4. Определение геометрических параметров ЛА и его агрегатов.
- 11.5. Юстировка посадочных мест для установки приборов.
- 11.6. Определение положения вектора тяги двигательной установки.
- 11.7. Определение положения центра масс, статическая и динамическая балансировка.

- 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.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение кандидатского экзамена по дисциплине «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

3.1 Основная литература

- 1. Оценка эффективности переносных зенитных ракетных комплексов [Текст] / С. Н. Ельцин [и др.] ; ред. В. М. Кашин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2007. - 236 с.
- 2. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2014. - 95 с.

3. Инженерное проектирование органов управления летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие [для вузов]. Ч. 1 / С. Н. Ельцин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 100 с.
4. Проектные модели крылатых ракет [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. Л. Исаков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 78 с.
5. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Круглов [и др.]. - М. : Логос, 2011. - 431 с.
6. Расчёт и проектирование систем разделения ступеней ракет [Текст] : учебное пособие для вузов / К. С. Колесников [и др.]. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 373 с.
7. Введение в ракетно-космическую технику [Текст] : учебное пособие для вузов / М. Н. Охочинский ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2006. - 191 с.
8. Система и её жизненный цикл: введение в CALS-технологии [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Погорелов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2010. - 182 с.
9. AutoCAD 2010: концептуальное проектирование в 3D [Текст] / В. И. Погорелов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2009. - 357 с.
10. Нагрузки и нагрев беспилотных летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Погорелов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2009. - 227 с.
11. Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций [Текст] : учебное пособие / В. И. Погорелов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 1999. - 114 с.
12. 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.

3.2. 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. : [б. и.], 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 с.
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. 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.
8. 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.
9. Основы проектирования беспилотных летательных аппаратов с учётом экономической эффективности [Текст] / И. И. Дракин ; ред. В. Г. Немцов. - М. : Машиностроение, 1973. - 224 с.