

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара  
Фізико-технічний факультет  
Кафедра проектування та конструкцій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Ректор ДНУ ім. О.Гончара  
М.В.Поляков  
(підпис)  
\_\_\_\_\_ .20/кр.



“УЗГОДЖЕНО”  
Проректор з науково-педагогічної роботи  
С.О.Чернецький  
(підпис)  
\_\_\_\_\_ .20/кр.

**ПРОГРАМА**  
**додаткових вступних фахових випробувань**  
**за спеціальністю**  
**134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»**  
**спеціалізація**  
**“Ракетні та космічні комплекси”**  
*другий (магістерський) рівень*

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради фізико-технічного факультету від 20.12.16, протокол № 6

Голова Вченої ради,  
декан фізико-технічного факультету



О.М. Петренко

## I. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Фахові вступні випробування мають на меті ефективно перевірити рівень професійних знань студентів та вміння їх використовувати при рішенні конкретних професійних та соціально-виробничих задач.

До здачі фахових вступних випробувань допускаються студенти, які виконали повністю навчальний план за освітнім рівнем *бакалавр* і отримали диплом бакалавра за напрямом підготовки “Авіа- та ракетобудування”.

Головним завданням вступних фахових випробувань є виявлення у вступників спеціальних знань і практичних навичок з комплексу навчальних дисциплін:

Для вступників, які не отримали базову вищу освіту за напрямом підготовки “Авіа- та ракетобудування” цей комплекс додатково включає дисципліни:

1. Основи надійності ЛА.
2. Проектування РБ та ЛА
3. Теорія польоту
4. Будівельна механіка
5. Розрахунок на міцність ЛА.

В результаті вивчення дисциплін фахівець має знати:

- загальні основи конструювання типових елементів літальних апаратів та принципи вибору типу енергодвигунної установки для ЛА;
- особливості і загальну характеристику технології виробництва виробів ракетно-космічної техніки, аналіз технологічності конструкції;
- основи матеріалознавства, технологію виробництва чорних та кольорових металів, основи теорії і практики термічної обробки сталі;
- загальні принципи побудови та вибору технології конструкційних матеріалів;
- сучасні прикладні методи розрахунку типових елементів конструкції ЛА.

## II. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

### 1. Основи надійності ЛА

**Тема 1.** Кількісні характеристики надійності елементів

Основні показники безвідмовності: імовірність безвідмовної роботи, імовірність відмови, щільність розподілу напрацювання на відмову, середнє напрацювання до відмову, гамма-процентне напрацювання до відмову, інтенсивність відмов; зв'язок між інтенсивністю відмов з іншими показниками безвідмовності.

Основні показники довговічності.

Основні показники ремонтпридатності.

Комплексні показники надійності: коефіцієнт готовності.

**Тема 2.** Метод структурних схем надійності.

Побудова структурних схем надійності. Послідовне, паралельне та змішане з'єднання елементів у систему. Визначення показників безвідмовності (імовірності безвідмовної роботи, середнього напрацювання до відмови) при послідовному і паралельному з'єднанні елементів у систему.

### **Тема 3. Резервування**

Основні види резервування: міцнісне, енергетичне, параметричне, структурне. Структурне резервування. Класифікація видів структурного резервування. Порівняльний аналіз ефективності різних видів структурного резервування. Ефективність збільшення кратності резервування.

### **Тема 4. Визначення параметричної надійності.**

**Тема 1.** Загальна послідовність визначення показників параметричної надійності. Визначення імовірності виконання умови працездатності. Визначення імовірності безвідмовної роботи при нормальних законах розподілу навантаження й несучої здатності. Визначення числових характеристик змінної стану по відомих числових характеристиках первинних змінних.

## **2. Проектування РБ та ЛА**

**Тема 1.** Вибір, аналіз і обґрунтування конструктивно-компоновочної схеми РБ та ЛА.

Етапи проектування. Розробка технічного завдання. Аванпроект. Ескізний проект. Технічний проект. Льотно-конструкторські випробування. Принципова схема РБ та ЛА, вибір, аналіз, обґрунтування. Конструктивно-компоновочна схема (ККС). Особливості вибору ККС. Напрямки еволюції ККС. Принципи раціонального проектування і конструювання. Аеродинамічна, масова, теплова, силова, функціональна компоновки.

**Тема 2.** Вибір і оптимізація проектних параметрів та льотно-технічних характеристик РБ та ЛА.

Цільова функція проектування. Проектні параметри РБ та ЛА. Число Цюлковського, коефіцієнт тягоозброєності, питомий імпульс, подовження ракети, відносний час роботи двигунів, відносна стартова вага, кількість ступенів як проектні параметри. Вибір проектних параметрів і їх оптимізація в залежності від цільової функції проектування. Масове рівняння літального апарата. Два блоки проектування. Умова виконання задачі. Втрати швидкості. Характеристична швидкість. Розрахунок льотно-технічних характеристик.

### **Тема 3. Проектувальні розрахунки РБ та ЛА.**

Масове зведення заправки. Гарантійні запаси палива. Функціонал помилок як інструмент проектанта. Об'ємний розрахунок паливних баків. Газова подушка. Розрахунок параметрів паливних магістралей. Ваговий розрахунок першого наближення. Приведені вагові розрахунки. Основні групи мас конструкції. Геометричний розрахунок. Розрахунок параметрів двигуна. Вибір калібру ракет-носіїв. Подовження і довжина РН. Центрувальний розрахунок.

### **Тема 4. Розрахунок навантажень, діючих на конструкцію РБ та ЛА**

Розрахунок і визначення осьових моментів інерції. Коефіцієнти перевантаження, розрахунок і аналіз. Навантаження на конструкцію. Розрахунок осьової і перерізуючої сил, згинаючого і крутного моментів. Побудова епюр навантажень, діючих на конструкцію. Алгоритм побудови епюр. Теплові навантаження і їх вплив на конструкцію.

### **Тема 5. Вибір конструктивних матеріалів і розрахунки на міцність.**

Розрахункові перетини. Вибір розрахункових випадків. Вибір конструкційних матеріалів за критеріями питомої міцності. Руйнівні напруження. Коефіцієнти безпеки. Два методи розрахунків конструкцій на міцність. Еквівалентні навантаження і напруження. Умовні навантаження і напруження. Метод домінуючих навантажень. Визначення геометричних параметрів конструкцій. Перевірочний розрахунок на міцність.

**Тема 6.** Масове зведення РБ та ЛА другого наближення.

Розгорнуті масові рівняння. Складання розгорнутих масових рівнянь. Фактори впливу на розгорнуті масові рівняння і їх врахування в масовому зведенні. Розгорнуте масове рівняння РБ та ЛА. Перевірочний балістичний розрахунок. Алгоритм та блок-схема проектування РБ та ЛА.

### **3. Теорія польоту**

**Тема 1.** Система координат і кутів, що визначають положення ЛА і КЛА у просторі. Кінематичні рівняння, які визначають координати центра мас поступального руху ЛА та кутові координати руху навколо центра мас.

**Тема 2.** Моделі фігури і поля тяжіння Землі і планет. Моделі атмосфери Землі і планет. Природа і опис сил і моментів, що діють на ЛА у польоті. Їх визначення

**Тема 3.** Система рівнянь руху ЛА на активній ділянці траєкторії, їх інтегрування і аналіз. Форми траєкторії. Вибір оптимальної програми для кута тангажа, можлива швидкість руху ЛА у кінці траєкторії польоту, аналіз її складових.

**Тема 4.** Рівняння руху ЛА на вільній ділянці траєкторії у центральному полі тяжіння, їх інтегрування і аналіз. Форми траєкторій польоту, фізичні умови їх існування. Визначення параметрів руху ЛА та КЛА у точках траєкторії, що фіксується полярним кутом. Визначення потрібної швидкості польоту ЛА для фіксованої кутової дальності. Оптимальний кут кидання. Визначення відносного запасу палива для польоту на фіксовану дальність

**Тема 5.** Схеми виведення КЛА на орбіту, їх особливості. Компланарні маневри КЛА, визначення їх параметрів. Некомпланарні маневри КЛА, визначення їх параметрів.

**Тема 6.** Розсіювання точок падіння ЛА та КЛА. Коефіцієнти помилок по швидкості, куту кидання і висоті польоту. Принципи управління траєкторними параметрами та підвищення їх точності.

### **4. Будівельна механіка**

**Тема 1. Основні поняття та визначення. Нормування міцності ЛА**

Основні етапи розрахунку ЛА на міцність. Вибір розрахункової схеми. Основні задачі будівельної механіки ЛА. Узагальнений критерій міцності, нормування міцності ЛА: розрахункові навантаження, коефіцієнти безпеки та запасу міцності, розрахункові випадки.

**Тема 2. Розрахунок оболонок**

Основні гіпотези та визначення. Осесиметричне деформування циліндричної оболонки. Крайовий ефект і безмоментний напружений стан. Безмоментна теорія

оболонок обертання. Основні співвідношення для безмоментної оболонки обертання. Розрахунок оболонок обертання різних геометричних форм (циліндричні, конічні, сферичні, торові оболонки) при осесиметричному навантаженні. Циліндричний бак із сферичними днищами. Підвісні баки, балони тиску. Моментна теорія оболонок. Визначення площі шпангоута в місці спряження оболонок

### **Тема 3. Статична стійкість елементів ЛА**

Критерії стійкості, основні поняття. Стійкість стержнів. Стійкість пластин. Критерій рівнотійкості. Стійкість кілець. Стійкість оболонок. Стійкість циліндричних і конічних оболонок при осьовому стисканні. Стійкість циліндричних, конічних та сферичних оболонок при дії зовнішнього тиску. Комбіноване навантаження.

### **Тема 4. Розрахунок підкріплених тонкостінних конструкцій**

Основні співвідношення для ортотропних оболонок і пластин. Розрахунок вафельної та оребреної стінок бака. Вибір оптимальних параметрів. Розрахунок підкріплених днищ. Розрахунок панелей та оболонок, підкріплених стрингерами, при осьовому стисканні. Вибір оптимальних параметрів сухого відсіку. Розрахунок оболонок, підкріплених шпангоутами, при дії зовнішнього тиску. Вибір оптимальних параметрів аеродинамічного обтічника. Фермені та рамні конструкції

## **5. Розрахунок на міцність ЛА**

### **Тема 1. Розрахунок металевих і композитних (одношарових) відсіків ЛА**

Металеві відсіки. Конструкції з КМ. Основні поняття. Класифікація КМ. Особливості фізико-механічних характеристик. Застосування. Співвідношення пружності. Оболонки з КМ при дії осьового стискання та зовнішнього тиску. Вибір оптимальних схем армування.

### **Тема 2. Тришарові конструкції, ферми, балони тиску**

Тришарові конструкції. Конструктивні форми. Характеристики заповнювачів. Методи розрахунку сухих відсіків і обтічників з суцільними та стільниковими заповнювачами. Металеві конструкції. Композитні та металеві ферми та рамні конструкції. Композитні панелі. Проектування композитних оболонкових конструкцій при дії внутрішнього тиску. Постановка задачі. Основні співвідношення. Проектний розрахунок балонів тиску. Корпуси РДТТ. Паливні баки.

## **III. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗНАТЬ**

Вступні фахові випробування передбачають виконання тестових завдань. Кожний тест для додаткових фахових випробувань формується з двадцяти п'яти тестових завдань з вибором однієї правильної відповіді. Тести подаються на спеціально розроблених аркушах паперу, де наводяться запитання та варіанти відповідей. Тест складається з п'яти окремих блоків відповідно переліку дисциплін в розділі 1.

На виконання роботи відведено 120 хвилин.

### Структура білету:

- питання 1 – 5 з курсу “ Основи надійності ЛА ” – по 4 бали кожне;
- питання 6 – 10 з курсу “Проектування РБ та ЛА ”– по 4 бали кожне;
- питання 11 – 15 з курсу “Теорія польоту ” – по 4 бали кожне;
- питання 16 – 20 з курсу “Будівельна механіка ” – по 4 бали кожне;
- питання 21 – 25 з курсу “Розрахунок на міцність ЛА ” – по 4 бали кожне.

*Завдання з вибором однієї правильної відповіді.*

До кожного із завдань подано чотири варіанти відповіді, з яких лише один правильний; 0 балів, якщо вказано неправильну відповідь або вказано більше однієї відповіді, або відповіді не подано. Завдання вважається виконаним, якщо атестуємий вибрав і позначив правильну відповідь у бланку відповідей.

Формою звітності студента є відповідний аркуш паперу, на якому зроблені позначки проти одного з варіантів запропонованих відповідей кожного тесту.

За кожну вірну відповідь на тестове запитання нараховується 4 бали.

Підсумкова оцінка якості складання студентом вступного фахового випробування визначається підсумовуванням отриманих балів. Максимальна кількість балів дорівнює 100.

## ІV. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Основи надійності ЛА

1. Волков Л.И., Шишкевич А.М. Надежность летательных аппаратов. - М.: Высшая школа, 1975. – 296 с.
2. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. - М.: Наука, 1965.
3. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем. -М.: Мир,1984
4. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем.-М.: Мир,1980
5. Кузнецов А.А. Надежность конструкций баллистических ракет. - М.: Машиностроение, 1978. - 256с
6. Надежность в технике. Термины и определения. ГОСТ 13377-75.-М.: Комитет стандартов,1975

### Проектування РБ та ЛА

1. Конструкция и проектирование КЛА. Н.И. Паничкин, Ю.В. Слепушкин и др., Машиностроение, М., 1986.
2. Щеверов Д.Н. Проектирование беспилотных ЛА, Машиностроение, М., 1978
3. Космонавтика. Энциклопедия. «Советская энциклопедия», М,1985.
4. Проектування ракет-носіїв. п/р Конюхова С.М., Дніпропетровськ, ДНУ,2007.
5. Шевцов .В.Ю. Проектування КЛА, Дніпропетровськ, ДНУ,2007.
6. Проектування та конструювання ракет-носіїв: Підручник для вищих навчальних закладів / Під ред. С.М. Конюхова. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007.

### Теорія польоту

1. Дронь М.М., Пашков А.В., Третья задача зовнішньої балістики, Дн-ськ, ДНУ. 2010. – 124 с.
2. Дмитриевский А.А. и др. Движение ракет. М.: Воениздат, 1968.-464 с.

3. Лебедев А.А., Герасюта Н.Ф. Баллистика ракет. М.: Машиностроение, 1970.-224 с.
4. Дмитриевский А.А. Внешняя баллистика. М.: Машиностроение, 1972.-584 с.
5. Лебедев А.А., Чернобровкин А.С. Динамика полета. М.: Машиностроение, 1973.-616 с.
6. Сихарулидзе Ю.Г. Баллистика летательных аппаратов. М.: Наука, 1982.-352 с

Будівельна механіка

1. Балабух Л.И., Алфутов Н.А., Усюкин В.И. Строительная механика ракет М.: Высш. шк., 1984. – 391с.
2. Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций. М.: Машиностроение, 1985 – 343 с.
3. Проектування і конструкція ракет-носіїв /В.В. Близниченко, Є.О. Джур, Р.Д. Краснікова, Л.Д. Кучма, А.К. Линник та інш. – Д.: Вид-во ДНУ, 2007. – 504 с.
4. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в 3-х томах, том 1. Под ред. Биргера И.А., Пановко Я.Г. М.: Машиностроение, 1968 – 831 с.
5. Строительная механика ЛА /И.Ф. Образцов, Л.А. Булычев, В.В. Васильев и др. - М: Машиностроение, 1985 – 536 с.

Розрахунок на міцність ЛА.

1. Проектування і конструкція ракет-носіїв /В.В. Близниченко, Є.О. Джур, Р.Д. Краснікова, Л.Д.Кучма, А.К. Линник та інш. - Д.: Вид-во ДНУ, 2007. – 504 с.
2. Прочность ракетных конструкций/ В. И. Моссаковский, А. Г. Макаренков. П. И. Никитин и др.-М.: Высш. шк., 1990.
3. Матеріал до лекцій. Розділ 1. Навантаження, Розділ 2. Композиційні матеріали. Укл. Краснікова Р.Д. (електр. варіант), 2011.
4. Композиционные материалы: Справочник/ В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин и др. – М.: Машиностр. 1990

Зав. кафедрою проектування  
та конструкцій, проф.

С.О. Давидов