

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

**Ректор Дніпропетровського  
національного університету імені  
Олеся Гончара**

**Поляков М.В.**

**ПРОГРАМА ВСТУПНИХ ІСПИТІВ ДО АСПІРАНТУРИ**

**за спеціальністю**

**134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка**

**Дніпро – 2017**

*спеціалізація*

*“Проектування, виробництво та випробування літальних апаратів”*

## **1. Конструкції ЛА**

### ЛА і ЕДУ – великі технічні системи

Системний підхід як загально-методична основа конструювання.

Визначення мети конструювання.

Моделювання.

### Основні принципи раціонального конструювання силових елементів

Загальна характеристика навантажень.

Силові елементи ЛА як моделі будівельної механіки.

Рекомендації по вибору конструкційних матеріалів.

Вибір типу стрижнів, оболонок, шпангоутів.

Загальні правила конструювання.

Алгоритм конструювання.

### Енергодвигунні установки літальних апаратів

Класифікація ЕДУ.

Вимоги до ЕДУ, їх структура і будова.

Особливості конструювання ЕДУ на рідкому паливі.

Основи конструкції твердопаливних ЕДУ.

### Загальні відомості про конструювання та конструкторів ЛА і ЕДУ

Особливості процесу конструювання.

Роль і задачі конструктора в процесі творення ЛА.

Суть конструкторських розробок на різних етапах ЄСКД.

### Місткості ЛА

Баки, єдині паливні відсіки, балони.

Вимоги до конструкції місткостей, їх структура і будова.

Типові матеріали.

Традиційні конструкторські рішення.

### Критерії і їх забезпечення

Мінімальна маса.

Мінімальна вартість.

Показники технологічності.

### «Сухі» відсіки ЛА

Приборний, міжступеневий, міжбаковий та хвостовий відсіки, вимоги до них, структура і будова.

Типові матеріали.

Традиційні конструкторські рішення.

## **2. Опір матеріалів**

### Основні поняття

Реальний об'єкт і розрахункова схема.

Поняття про деформований стан матеріалу: напруження, переміщення, деформації.

Метод перерізів.

Епюри поздовжніх сил, поперечних сил, згинальних моментів.

Зовнішні і внутрішні сили.

Геометричні характеристики плоских перерізів.

Основи теорії напруженого та деформованого стану

Напруження в точці.

Головні напруження.

Лінійний та плоский напружені стани.

Узагальнений закон Гука.

Теорії граничних напружених станів.

Згинання

Нормальні та дотичні напруження при згинанні.

Розрахунок балок на міцність при згинанні.

Вибір раціональної форми перерізу балки.

Розтягнення і стискання. Механічні характеристики матеріалу

Напруження і деформації при розтяганні і стисканні.

Діаграми при розтяганні і стисканні.

Механічні характеристики матеріалу.

Умови міцності і жорсткості.

Розрахунки за допустимими напруженнями.

Розрахунки за розрахунковими навантаженнями.

Коефіцієнти безпеки та запасу міцності.

Види розрахунків.

Елементи теорії тонкостінних оболонок

Напружено-деформований стан в симетричних оболонках за безмоментною теорією.

Розпірні кільця в оболонках.

Поняття про втрату стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорційності.

Добір матеріалів і раціональних форм поперечних перерізів для стиснутих стержнів.

Стійкість пластин і оболонок.

Стійкість елементів конструкції

Стійка та нестійка пружна рівновага.

Формула Ейлера для визначення критичної сили стержня.

Вплив умов закріплення кінців стержня на значення критичної сили.

### **3. Технологія обробки спеціальних матеріалів**

Технологічні способи забезпечення якості виробів при виробництві ЛА і ЕДУ.

Надійність і довговічність виробів

Якість виробу, похибки та їх причини.

Методи контролю стабільності технологічних процесів.

Забезпечення точності обробки та складання.

Надійність та довговічність виробів.

Взаємозамінність при виробництві ЛА і ЕДУ

Методи забезпечення взаємозамінності.

Плазо-шаблонний метод ув'язування форм і розмірів виробів.

Незалежне ув'язування форм і розмірів з використанням засобів обчислювальної техніки.

Особливості і загальна характеристика технології виробництва виробів ракетно-космічної техніки

Виробничий і технологічний процеси.

Особливості ЛА і ЕДУ як об'єктів виробництва.

Технологічна підготовка виробництва.

Загальні принципи побудови та вибору технології

Завдання на проектування технологічних процесів, порядок розробки, стадії та етапи проектування технології.

Початкові дані для проектування та критерії оптимізації технологічних процесів.

Технологічні методи одержання заготовок.

Проектування маршрутної технології.

Розрахунки і призначення припусків та проміжних розмірів.

Рекомендації щодо вибору баз.

Загальна схема призначення режимів різання для механічної обробки.

Нормування операцій технологічного процесу.

Заключне проектування технологічного процесу.

Аналіз технологічності конструкції

Технологічність як економічне поняття.

Технологічність як сукупність властивостей.

Аналіз технологічності конструкції.

Виготовлення елементів конструкції паливної і пневмогідравлічної систем

Особливості виробництва паливних баків.

Виготовлення і випробування трубопроводів.

Виготовлення кулебалонів високого тиску.

Виготовлення і випробування сонячних батарей.

Виготовлення і складання корпусів сухих відсіків рідинних ракет

Виготовлення обшивок.

Виготовлення елементів силового набору.

Складання-клепання сухих відсіків.

Виготовлення фермово-каркасних конструкцій.

Виготовлення двигунів на твердому паливі

Загальна схема виготовлення.

Виготовлення корпусу і днищ.

Виготовлення соплових блоків.

Складання і випробування РДТП.

Виробництво рідинних ракетних двигунів

Основні конструктивні елементи і схема виготовлення РРД.

Виготовлення і складання форсункової головки.

Виготовлення оболонки камери двигуна з гофрованими проставками.

Особливості виготовлення трубчатих камер.

Особливості виготовлення камер з виштамповками і фрезерними пазами.

Загальне складання камери РРД.

### Виробництво теплозахисних і теплоізоляційних покриттів

Основні методи теплозахисту.

Виготовлення ТЗП головних частин і аеродинамічних обтічників.

Виготовлення теплоізоляції.

### Загальне складання ракети-носія

Загальне складання ракети-носія.

Випробування носія.

## **4. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів**

### Основи матеріалознавства

Атомно-кристалічна будова металів. Анізотропія. Дефекти кристалічної решітки.

Кристалізація металів.

Деформація та кристалізація металів і сплавів.

### Будова сплавів

Основні типи діаграм стану.

Діаграма стану залізо-вуглець.

Сталі та чавуни.

Легування сталі.

Класифікація сталей.

### Інструментальні матеріали. Порошкова технологія

Вуглецеві, леговані та швидкоріжучі сталі.

Тверді сплави та абразивні матеріали.

Виробництво заготовок методом порошкової технології.

### Спеціальні, композиційні та неметалічні матеріали, сталі і сплави

Жаростійкі та жароміцні сталі і сплави.

Сплави з особливими електричними властивостями.

Композиційні матеріали.

Неметалічні матеріали.

### Виробництво чорних металів і сплавів

Виробництво чавуну.

Виробництво сталі.

Шляхи підвищення якості сталі.

### Виробництво кольорових металів. Лиття

Виробництво алюмінію.

Виробництво міді.

Виробництво титану.

Литтєве виробництво.

### Основи теорії і практики термічної обробки сталі

Ізотермічний розпад аустеніту.

Основні види термічної обробки.

Мартенситне перетворення.

Спеціальні види термічної обробки.

ХТО, ТМО.

### Обробка металів тиском

Прокатка металів.  
Волочіння, пресування та кування металів.  
Листова та об'ємна штамповка металів.

### Рекомендована література:

#### Конструкції ЛА

1. Линник А. К. Конструирование корпусов жидкостных баллистических ракет. ДГУ: Днепропетровск, 1994.
2. Линник А. К. Альбом типовых конструкций. ДГУ, 1988.
3. Конструкция управляемых баллистических ракет. Под ред. Синюкова А. Н., Воениздат, М., 1968.
4. Паничкин Н. И., Слепушкин Ю. В., Шинкин В. П., Яцынин Н. А. Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов. Машиностроение, М., 1986.
5. Пенцак И. Н. Теория полета и конструкция баллистических ракет. Машиностроение, М., 1974.
6. Проектирование и испытания баллистических ракет. Под ред. Варфоломеева В. И., Копытова М. И. Воениздат, М., 1970.
7. Лизин В. Т., Пяткин В. А. Проектирование тонкостенных конструкций. Машиностроение, М., 1976.
8. Балабух Л.И. и др.. Основы строительной механики ракет. Высшая школа, М., 1969.
9. Линник А.К. Оптимальное проектирование подкрепленных оболочек и форм с учетом аэродинамического воздействия и особенностей технологии изготовления. КБЮ, 1985.
10. В.В. Близниченко, Є.О. Джур, Р.Д. Краснікова та ін. Проектування і конструкція ракет-носіїв. ДНУ, Дніпропетровськ, 2007.

#### Опір матеріалів

1. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Є.С. Опір матеріалів.-К.: Вища шк., 1993.
2. Піскунов В.Г., Сіпетов В.С., Шевченко В.Д. та ін. Опір матеріалів.-К.: Вища шк., 1993. Ч. 1 кн. 2.
3. Піскунов В.Г., Сіпетов В.С., Шевченко В.Д. та ін. Опір матеріалів.-К.: Вища шк., 1993. Ч. 2 кн. 2.

#### Технологія обробки спеціальних матеріалів

1. Дальський А.М. та ін. Технологія конструкційних матеріалів, М.
2. Арзамасов Б.Н. та ін. Матеріалознавство.- М., Металургія, 1989.
3. Талин А.А. Технологія машиностроєння.-Ленинград, Машиностроєння, 1985.
4. Мостальгин Г.П., Толмачевський Н.Н. Технологія машиностроєння.-М., Машиностроєння, 1990.

#### Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів

- 1 Лахтін Ю.М., Леонтєва В.П. Матеріалознавство.-М., Машинобудування, 1990.
2. Гуляєв А.П. Металознавство.-М., Металургія, 1986.
3. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Матеріалознавство.-М., Металургія, 1985.



*спеціалізація*  
*“Теплові двигуни”*

# 1. Теорія хімічних ракетних двигунів

## Загальні питання

Типи ракетних двигунів (РД). Класифікація РД.

Ракетні двигуни на хімічних паливах: РРД, РДТП, ГРД.

Області застосування різних типів РД.

Рівняння тяги РД. Головні складові тяги камери, місце їхнього прикладання.

ККД РД (термічний, тяговий, загальний).

Характеристичні параметри РД: питомий імпульс, характеристична швидкість, коефіцієнт тяги сопла, питома маса.

Оцінка втрат у камері РД.

Течія в соплах РД. Загальні відомості про устрій та оцінку досконалості сопел.

Режими недорозширення та перерозширення.

Тяга камери при відриві потоку від стінок сопла.

Аналіз та оцінка втрат у соплах.

Методи профілювання сопел.

Кільцеві сопла і їх різновиди.

Висотна і дросельна характеристики РД.

Головні відомості щодо рідких, твердих та гібридних ракетних палив та їх фізико-хімічні характеристики.

Енергетичні характеристики палив.

Термодинамічний розрахунок процесів у РД.

Розрахунок термохімічних властивостей палив.

Розрахунок згоряння палива й витікання газів.

Вплив коефіцієнту надлишку окислювача, тиску у камері згоряння, ступеня розширення та інших чинників на питомий імпульс.

Процеси горіння, запалення і загасання.

Теорія детонаційного горіння.

Механізми горіння у РРД.

Горіння твердих ракетних палив (ТРП).

Основи теорії теплообміну в РД.

## Рідинні ракетні двигуни

Теоретичні основи вибору схеми та параметри РРД.

Витіснювальні схеми РРД, галузі застосування.

Турбонасосні схеми без допалювання та з допалюванням, галузі застосування.

Процеси в камері згоряння та їх розрахунок.

Головні вимоги до організації процесів сумішоутворення.

Теорія і розрахунок струминних і відцентрових рідинних форсунок.

Турбулентне перемішування газів при їхньому прямуванні до камери згоряння.  
Вибір і визначення головних параметрів камери згоряння.  
Особливості процесів у газогенераторах.  
Особливості і схеми теплозахисту стінок камери РРД.  
Охолоджувальні властивості компонентів палив.  
Фізичні основи і методи розрахунку—охолодження.  
Несталість робочого процесу у РРД.  
Несталість горіння, класифікація, типи.  
Теорія низькочастотних коливань, методи вгамування.  
Високочастотні коливання: акустичні властивості камери згоряння, механізми зворотного зв'язку.  
Методи оцінки сталості робочого процесу під час випробувань РРД.  
Вгамування високочастотних коливань.

### Ракетні двигуни твердого палива

Особливості робочого процесу в РДТП.  
Швидкість горіння ТРП як головний розрахунковий параметр.  
Основні відомості щодо фізико-хімічних законів горіння балістичних та сумішевих ТРП.  
Залежність швидкості горіння ТРП від тиску та початкової температури.  
Поняття про стаціонарну і нестаціонарну швидкості горіння ТРП.  
Горіння ТРП в умовах обдування поверхні, що горить, газовим потоком.  
Типи зарядів ТРП та їх розрахунок.  
Щільність заряджання камери згоряння, головні обмеження.  
Основи газодинамічного розрахунку РДТП.  
Диференціальні рівняння руху продуктів згоряння.  
Розрахунок течії газів при різноманітних формах зарядів ТРП.  
Процес запалювання головного заряду ТРП.  
Вибір типу та маси заряду запального пристрою.  
Відхилення параметрів РДТП від номінального значення і способи зменшення розкиду балістичних параметрів.  
Регулювання тяги РДТП.  
Види пристроїв для зміни напрямку вектора тяги та їх порівняльні оцінки.  
Засоби відсічки тяги. РДТП з багатократним вмиканням.  
Нестійкість робочого процесу в РДТП.  
Низькочастотні коливання: вплив тиску, зведеної довжини камери.  
Особливості високочастотної нестійкості в РДТП.  
Акустична провідність поверхні горіння заряду ТРП.  
Вплив конденсованих часток у продуктах згоряння на високочастотні коливання.

## Гібридні ракетні двигуни.

Особливості схем, робочого процесу та розрахунку.

## **2. Теорія електроракетних двигунів**

### Загальні питання

Основні програми космічних польотів із застосуванням ЕРД.

Необхідні сумарні імпульси для виконання типових задач польоту.

Уява про механізми прискорення робочого тіла в ЕРД.

### ЕРД з газодинамічним прискоренням робочої о тіла

Електронагріві двигуни.

Схеми і особливості робочих процесів.

Плазмові двигуни з газодинамічним прискоренням робочого тіла.

Схеми і принципи дії.

Особливості робочих процесів, енергетичний баланс двигуна

Особливості та методи розрахунку електроракетних двигунів з газодинамічним прискоренням робочого тіла.

Застосування двигунів з газодинамічним прискоренням для систем корекції орбіти космічних літальних апаратів (КЛА), в тому числі на геостаціонарній орбіті.

### Двигуни з електростатичним прискоренням іонів

Процеси прискорення іонів електричним полем.

Іонооптичні системи з електричним магнітним фокусуванням струму часток.

Система рівнянь, що описує рух електронів.

Методи розрахунку іонно-оптичних систем і параметрів струмів іонів.

Вплив різних факторів на фокусування струмів іонів.

Нейтралізація іонного струму.

Порожнисті катоди.

Робочі процеси в порожнистих катодах.

Двигуни з замкнутим дрейфом електронів і продовженою зоною прискорення.

Схема й основи робочого процесу.

Розподіл потенціалу і концентрації часток в каналі.

Роль ізолюючих стінок прискорюючого каналу.

Коливання і їх вплив на робочий процес.

Характеристики рушіїв.

Двигуни з замкнутим дрейфом електронів і анодним шаром.

Характерні особливості процесів.

Іонні двигуни.

Схеми і принципи дії поверхневих і просторових джерел іонів.  
Основні процеси в джерелах іонів.  
Взаємозв'язок процесів в джерелі іонів і іонно-оптичній системі.

#### Двигуни з електромагнітним прискоренням плазми

Схеми і принципи дії плазмових двигунів з електромагнітним прискоренням плазми.  
Особливості робочих процесів в коаксіальних плазмових рушіях з власним магнітним полем.  
Розрахунок параметрів і характеристик коаксіальних ЕРД.

#### Генератори і прискорювачі плазми

Технічні і технологічні особливості джерел плазми різноманітного призначення на базі ЕРД, щодо розрахунку генераторів плазми і прискорювачів різноманітного призначення.  
Розрахунок параметрів і характеристик генераторів і прискорювачів плазми різних схем.  
Оптимізація параметрів.  
Конструкція генераторів і прискорювачів.  
Взаємодія струменів плазми, заряджених часток, пучків і випромінювання з поверхню твердого тіла і навколишнім середовищем.

### **3. Теорія енергетичних установок прямого перетворення енергії**

#### Загальні питання

Поняття про енергетичну установку.  
Класифікація схеми і основні характеристики окремих частин енергоустановки.  
Системи прямого перетворення енергії в електричну: фотоелектричні, термоелектричні, термоемісійні, електрохімічні, термоелектрохімічні, магнітогазодинамічні, тощо.  
Структурні схеми ЕУ.  
Робочі тіла ЕУ Основні види робочих тіл, вимоги щодо робочих тіл.

#### Джерела енергії для ЕУ прямого перетворення

Можливі типи джерел енергії, особливості їх застосування в бортових ЕУ.  
Сонячне випромінювання, його характеристики в навколосемному і міжпланетному просторі.  
Бортові приймачі енергії випромінювання.  
Концентратори сонячної енергії, основні види і їх характеристики.

Хімічні джерела енергії.

Види і характеристики систем і робочих компонентів.

Системи зберігання і подавання. Балонні, кріогенні і зв'язані системи зберігання і їх характеристики.

#### **4. Теорія енергетичних установок непрямого перетворення енергії**

##### Паротурбінні енергетичні установки

Паротурбінні ЕУ і особливості їх робочого процесу.

Працездатність ступеня турбіни.

Схеми паротурбінних ЕУ.

Вибір робочого тіла.

Розрахунок параметрів.

Обмеження за кавітацією і урахування переохолодження.

Ув'язка параметрів турбінного контуру з теплообмінним контуром ЕУ.

Характеристики паротурбінної установки.

Особливості запуску в бортових умовах.

Енергомасові характеристики і ККД установки.

Конструкція паротурбінної ЕУ і її елементів.

Питання тривалої стійкості, надійності і ресурсу.

Особливості використання паротурбінних ЕУ в складі ядерних, сонячних та інших систем електроживлення для бортових ЕУ.

##### Газотурбінні енергоустановки

Робочий процес ступеня газової турбіни і компресора.

Основні термодинамічні співвідношення.

Осьові і радіальні турбомашини.

Профільовання проточної частини і трикутники швидкостей.

Схеми газотурбінних ЕУ з сонячними, ядерними, радіоізотопними джерелами тепла.

Вплив параметрів робочого процесу на властиві параметри установки.

Оптимізація параметрів.

Узгодження спільної роботи газотурбокомпресора, його характеристики.

Запуск ЕУ з газотурбогенератором.

Умови забезпечення надійності установки.

Енергомасові характеристики і ККД установки.

Конструкція газотурбінної ЕУ і її елементів.

Питання статичної і динамічної стійкості.

Модульні схеми ядерних і сонячних ЕУ з газотурбогенераторами.

### Інші типи енергетичних установок

ЕУ на основі циклу Стірлінга.

Двигуні Стірлінга.

Робочий процес і основні термодинамічні співвідношення.

Вибір і оцінка параметрів.

Властиві, характеристики, ККД.

Особливості використання сонячних, ядерних- радіоізотопних джерел тепла.

Характеристики ЕУ з двигуном Стірлінга.

Основні схеми і розрахунок параметрів МГД-установок відкритого і замкнутого циклів.

Енергомасові характеристики ЕУ з МГДП.

Перспективи застосування на КЛА.

ЕУ з каскадом перетворення.

Комбіновані ЕУ.

Використання накопичувачів і акумуляторів.

## **5. Загальне проектування енергетичної установки**

### Загальні проблеми при проектуванні енергосилових, енергетичних і рушійних установок.

Системний аналіз.

Компонувальні схеми установки з різними джерелами енергії, перетворювачами і двигунами.

Вплив задачі польоту і типу ЛА на вибір схеми і рівень потужності ЕУ.

Вплив їх рівня потужності на вибір типу ЕУ і ЕРД.

Математичне моделювання ЕУ на різних стадіях проектування.

Методи побудування математичних моделей основних агрегатів і ЕУ в цілому.

### Перетворювачі сонячної та теплової енергії в електричну.

Фотоелектричні перетворювачі (ФП) та сонячні батареї (СБ) на їх основі.

Особливості і області використання.

Основні процеси в ФП на **p-n** переході.

Матеріали ФП.

Схеми заміщення та характеристики ФП.

Вплив освітленості і температури на параметри ФП та СБ.

Використання концентраторів енергії для ФП та СБ.

Теплові режими ФП і СБ.

Особливості роботи ФП і СБ в умовах космосу.

Орієнтація СБ в польоті.

Деградація ФП і СБ під дією факторів космічного простору.  
Сонячні батареї на основі фотоелектричних перетворювачів.  
Системи комутації, розкриття, орієнтації, резервування.  
Схеми, характери стики і ККД сонячних батарей.  
Надійність та ресурс СБ.  
Випробування і експлуатація ФП і ОБ.  
Особливості вимірювання характеристик СБ.  
Імітатори сонячного випромінювання.  
Основні структурні схеми бортових ЕУ з СБ і хімічними джерелами струму.

### Енергетичні установки з термоелектричними генераторами (ТЕГ)

Фізико-енергетичні основи термоелектрики.  
Основні процеси у термоелектричних перетворювачах і вплив рівня температури на вибір термоелектричних матеріалів.  
Баланс енергії і ККД ТЕГ.  
Багатоелементні термоелектричні генератори їх розрахунок і основні характеристики.  
ТЕГ ядерних ЕУ.  
Рідинно-металічні контури підводу і відводу тепла.  
Насосні секції термогенератора ТЕГ на теплових трубах.  
ТЕГ з радіоізотопними джерелами енергії.  
Регулювання потужності термогенератора.  
Вибір і оптимізація параметрів ЕУ з термогенератором.  
Надійність, випробування та ресурс установок.  
Конструкція ЕУ з ТЕГ і їх елементів.  
Використання термоелектричних ЕУ з радіоізотопними і ядерними джерелами тепла.

### Енергетичні установки з термомісійними перетворювачами (ТЕГІ)

Особливості процесів на електродах.  
Зниження роботи виходу металоплівочних покриттів.  
Процеси переносу в між електродному зазорі.  
Нейтралізація просторового заряду.  
Розподіл потенціалу в між-електродному зазорі ТЕГІ.  
Особливості низьковольтного дугового розряду.  
Режими роботи ТЕГІ.  
Електричні характеристики ТЕГІ.  
Вплив параметрів робочого процесу, конструкції і технології на ККД перетворювача.



Реактори-генератори з ТЕП.

Вплив розподілу температури і енерговиділення в активній зоні на параметри генератора.

Одно- і багатоеlementні електро-генеруючі канали.

Особливості комутації. Характеристики термодіємисійних генераторів при постійних температурах електродів і постійній тепловій потужності.

Енергомасові характеристики ЕУ з ТЕП.

Вибір і оптимізація параметрів ЕУ з ТЕП.

## **6. Електрохімічні генератори і накопичувані енергії**

### Електрохімічні генератори.

Елементи електрохімічної кінетики.

Проходження струму крізь електроліт.

Види поляризації: омична, активаційна і концентраційна.

Термодинамічний, електричний і струмовий ККД генератора.

Температурний коефіцієнт ЕРС.

Первинні і вторинні ХДС, паливні елементи.

Робочі компоненти, що використовуються.

Оптимізація параметрів ЕХГ.

Системи зберігання та подавання компонентів в ЕХГ.

Узгодження характеристик ЕХГ із споживачами енергії.

Спільна робота ХДС з ЕХГ і іншими джерелами енергії.

Конструкція ЕУ з ЕХГ.

### Електрохімічні акумулятори та батареї.

Класифікація хімічних джерел струму (ХДС).

Характеристики ХДС: ЕРС, напруга, внутрішній опір ХДС, тощо.

Схеми заміщення ХДС.

Аналітичний вираз зарядних і розрядних характеристик. Вплив температури на характеристики ХДС.

Вплив тиску газів на характеристики герметичних акумуляторів.

Енергія, потужність і коефіцієнти віддачі акумуляторів.

Напрацювання, строк служби, строк придатності і збереженість АК і АБ.

Методи заряду і розряду АК і АБ.

Спільна робота на основі водню та електролізні установки.

## Рекомендована література:

1. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. М.: Машиностроение, 1968., 395 с.
2. Махин В.А. Жидкостные ракетные двигатели. М.: Дом техники, 1961, 598 с.
3. Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей. В 2 кн. /А.П. Васильев, В.М. Кудрявцев, А.В. Кузнецов и др./ Под ред. В.М. Кудрявцева. -4-е изд., перераб. и доп.-М.: Высш. шк., 1993 – 368 с.
4. Алемасов В.Е. и др. Теория жидкостных ракетных двигателей./ Под ред. В.П. Глушко.-М.: Машиностроение, 1989 – 464 с.
5. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания: Справочник / Под ред. В.П. Глушко. М.: Машиностроение, 1971., 506 с.
6. Арцемович Л.А. Элементарная физика плазмы. М.: Атомиздат, 1966. - 200с.
7. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. М.: Атомиздат, 1968. - 285с.
8. Кролл Н., Трайвелпис А. Основы физики плазмы. М.: Мир, 1975. – 525с
9. Смирнов Б.М. Атомные столкновения и элементарные процессы в плазме. М.: Атомиздат, 1968. - 362с.
10. Морозов А.И. Физические основы космических электрореактивных двигателей. Элементы динамики потоков с ЭРД. М.: Атомиздат 1968. 362с.
11. Штулингер Е.Е. Ионные двигатели для космических полетов М.: Воениздат, 1966
12. Квасников Л.А., Латышев Л.А., Севрук Д.Д., Тихонов В.Б. Теория и расчет энергосиловых установок космических летательных аппаратов. М.: Машиностроение. 1984
13. Гришин С.Д., Лесков Л.В. Электрические ракетные двигатели М.: Машиностроение. 1989
14. Белан Н.В. Ким В.П., Оранский А.И., Тихонов В.Б. Стационарные плазменные двигатели. Харьков: ХАИ, 1989
15. Гуров А.Ф. Севрук Д.Д., Сурнов Д.Н. Конструкция и расчет на прочность космических электроракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1970
16. Газовая электроника и физика плазмы в задачах - М.: Наука, Гл. ред. ф.-м. лит. 1978.- 160 с.
17. Веницкий А.М. Ракетные двигатели на твердом топливе. – М.: Машиностроение, 1973. - 347 с.
18. Теория и расчёт ракетных двигателей твердого топлива. Учебник для вузов / Д. И. Абугов, В. М. Бобылев. - М.: Машиностроение, 1987. - 272 с.
19. Гумницкий В.П., Арестов А.П., Серебрянский В.Н. Основы теории горения твердых топлив. Уч. пособие. Днепропетровск, ДГУ, 1993.

20. Гумницький В.П., Арестов О.П. Проектування РДТП. Навч. посібник. Дніпропетровськ, ДДУ, 1995. ГОСТ 10227-86. Топлива для ракетных двигателей.
21. Гумницький В.П., Арестов А.П., Привалов А.Н. Практические основы расчета РДТТ в упражнениях и задачах. Уч. пособие. Днепропетровск, ДГУ, 1982.
22. Руководство к лабораторным работам по твердым топливам. Мисюра В.И., Бондаренко С.Г. Днепропетровск, ДНУ, 2000 г. – 60с.
23. Алемасов В.Е. и др. Теория жидкостных ракетных двигателей./ Под ред. В.П. Глушко.-М.: Машиностроение, 1989 – 464 с.
24. Ключкова Л.Л. Рабочие тела энергосиловых установок летательных аппаратов. -М.: Машиностроение, 1984 – 152 с.
25. Махин В.А. Жидкостные ракетные двигатели. М.:Дом техники,1961, 598 с.
26. Синярев Г.Б., Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. М.: Оборонгиз, 1957., 580 с.
27. Штехер М.С. Топлива и рабочие тела ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1976., 304 с.

*спеціалізація*

*“Проектування та конструкції ЛА”*

## **1. Проектування систем живлення ЛА**

### Основні елементи системи живлення ЛА. Призначення, основні вимоги, задачі проектування

Загальні відомості про системи живлення.  
Паливні баки. Призначення, основні вимоги, задачі проектування  
Трубопроводи. Загальні вимоги до проектування.  
Гідродинаміка паливних магістралей.  
Вибір проектних параметрів системи живлення  
Вибір проектних параметрів системи наддуву.

### Гідродинамічні процеси в баках літальних апаратів

Розрахунок заправки паливом та вибір об'єму газової подушки баку.  
Гідродинамічні процеси в баках літальних апаратів.  
Системи наддуву. Основні вимоги і класифікація.  
Процеси, що трапляються у паро газовій подушці паливного бака.  
Математична модель процесу термічного розслоення компонентів палива в баках літального апарату  
Методи зниження рівня негативних наслідків термічного розслоення палива  
Проектні параметри трубопроводів  
Проектування забірних пристроїв паливних баків ракет-носіїв  
Забірні пристрої КЛА. Загальна характеристика.  
Проектування забірних пристроїв КЛА сітчастого типу.

## **2. Проектування ЛА**

### Проектування та вибір систем розділення ступенів ЛА. Вибір схеми старту.

Проектування та вибір системи розділення ступенів ЛА.  
Вимоги. Можливі варіанти.  
Схема дії сил під час розділення.  
Діаграма тяг.  
Конструктивна реалізація схем розділення.  
Переваги та недоліки.  
Критерії вибору.  
Обмеження.  
Значущі фактори.  
Математична модель задачі вибору.  
Практичні рекомендації.  
Проектування та вибір схеми старту.

Вимоги. Можливі варіанти, їх переваги та недоліки.  
Конструктивна реалізація.  
Вибір схеми старту.  
Критерії та обмеження.  
Значущі фактори.  
Математична модель задачі вибору.  
Практичні рекомендації.

### Проектування космічних апаратів

Проектування космічних апаратів (РКЛА).  
Загальні положення.  
Особливості проектування КА.  
Критерії ефективності.  
Умови функціонування КА.  
Вплив умов функціонування на проектування РКЛА.  
Вибір принципової і конструктивно-компоновочної схем проектування параметрів РКЛА.  
Вагові рівняння КА.  
Енергетичний блок проектування РКЛА.  
Фізичні основи руху.  
Еліптичний і орбітальний рух КА.  
Спуск і посадка КА на планети з атмосферою.  
Корекція орбіти та положення КА в просторі.  
Політ КА до інших небесних тіл.  
Масовий (конструкторський) блок проектування.  
Геометричний розрахунок КА.  
Розрахунок центрувальних і моментних характеристик КА.  
Навантаження, що діють на конструкцію КА.  
Конструкційні матеріали КА.  
Розрахунки на міцність у процесі проектування КА.

### Проектування системи життєзабезпечення РКЛА.

Системи забезпечення теплового режиму.  
Вибір параметрів космічного радіатора.  
Розрахунки параметрів фотоелектричної батареї.  
Розрахунок буферної хімічної батареї.  
Розрахунок параметрів ДМП.  
Проектна розробка апарата спуску.  
Проектування системи аварійного порятунку.

## Рекомендована література:

### Проектування систем живлення ЛА

1. Беляев Н.М. Расчет пневмогидравлических систем ракет – М.: Машиностроение, 1983 – 219с.
2. Беляев Н.М., Белик Н.П., Уваров Е.И. Реактивные системы управления космических летательных аппаратов – М.: Машиностроение, 1979 – 232 с.
3. Козлов А.А., Новиков В.Н., Соловьев Е.В. Системы питания и управления жидкостных ракетных двигательных установок – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
4. Колесников К.С., Рыбак С.А., Самойлов Е.А. Динамика топливных систем ЖРД – М.: Машиностроение, 1975 – 172 с.
5. Пневмогидравлические системы двигательных установок с жидкостными ракетными двигателями. Под ред. Академика В.Н. Челомея – М.: Машиностроение, 1978 – 240 с.
6. Полухин Д.А., Орещенко В.М., Морозов В.А. Отработка пневмогидросистем двигательных установок ракет-носителей и космических аппаратов с ЖРД – М.: Машиностроение, 1987. – 248 с.

### Проектування ЛА

1. Конспект лекцій.
2. Близниченко В.В. Выбор проектных параметров летательных аппаратов, методическое пособие, ДДУ, 1995
3. Паничкин Н.М. и др. Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов, М.: Машиностроение, 1986
4. Алемасов В.Е. и др.. Теория ракетных двигателей, 4-е издание, М.: Машиностроение, 1985
5. Фархутдинов И.Х. и др. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива. М.: Машиностроение, 1980
6. Беляев Н.М. Системы наддува топливных баков ракет. М.: Машиностроение, 1979.  
масова.