



Конструкція енергетичних установок космічних апаратів та ракет

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Конструкція енергетичних установок ракет та космічних апаратів</i>
Статус дисципліни	
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Бакун Володимир Андрійович, +380992606558, vbakun.iat@gmail.com Практичні/Лабораторні: Бакун Володимир Андрійович, +380992606558, vbakun.iat@gmail.com
Розміщення курсу	https://drive.google.com/drive/folders/1B-b4MWT2VgqViVVye8Jkzu5RroDDepoN?usp=sharing

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Конструкція енергетичних установок ракет та космічних апаратів» вивчає основні принципи роботи, будову та нюанси енергетичних установок, які використовуються в конструкціях космічних апаратів та ракет. Енергетична установка будь якого механізму, являється рушійною силою для живлення та роботоспроможності в цілому. Без надійної та безперебійної роботи саме цієї системи жоден апарат не виконає призначену йому функцію.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів базових теоретичних знань та практичного досвіду щодо обґрунтованого вибору енергетичних установок, а також розуміння особливостей її роботи.

Предметом навчальної дисципліни «Конструкція енергетичних установок ракет та космічних апаратів» є конструктивні та інші особливості, технологічні процеси та етапи виробництва енергетичних установок.

Програмними результатами навчання є отримання у майбутнього фахівця знання: основних правил вибору енергетичних установок, їх механічних і фізико-хімічних характеристик, методів їх використання, використовуючи нормативно-технічну документацію, довідкову літературу та набуті навички.

Як програмний продукт результату навчання здобувач вищої освіти набуває наступні компетентності: здатність визначати оптимальні конструкції енергетичних установок, здатність здійснювати розрахунки енергетичних систем, здатність проектування енергетичних установок в перших ітераціях, здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізитами дисципліни курсу «Конструкція енергетичних установок ракет та космічних апаратів» є дисципліни «Фізика», «Хімія».

Постреквізитами дисципліни «Конструкція енергетичних установок ракет та космічних апаратів» є курс «Конструкція рушійних установок та реактивних двигунів космічних апаратів»

3. Зміст навчальної дисципліни

Теоретичний курс дисципліни складає 36 ак. год. і містить наступні розділи і теми:

РОЗДІЛ 1. Вступ

Тема 1.1. Космічний апарат як система.

Тема 1.2. Середовище роботи космічного апарату.

Тема 1.3. Механізми космічного апарату.

Тема 1.4. Проектування космічного апарату.

РОЗДІЛ 2. Енергетичні установки космічних апаратів

Тема 2.1. Енергетичні установки. Схеми та класифікації.

Тема 2.2. Типові схеми енергетичних установок. Основні вимоги до енергетичних установок.

Тема 2.3. Електрохімічні космічні енергетичні установки.

Тема 2.4. Енергетичні установки на основі ядерних реакторів.

Тема 2.5. Енергетичні установки на основі радіоізотопних генераторів.

Тема 2.5. Паливні елементи.

Тема 2.6. Сонячні фотоелектричні енергетичні установки

Тема 2.7. Енергетичні установки у вигляді рушійних систем.

Тема 2.8. Енергетичні установки у вигляді рушійних систем. Продовження.

Тема 2.9. Рідинні ракетні двигуни. Класифікація та принципи роботи.

Тема 2.10. Рідинні ракетні двигуни. Продовження.

Тема 2.11. Твердопаливні двигуни. Класифікація та принципи роботи.

Тема 2.12. Твердопаливні двигуни. Продовження.

Тема 2.13. Газореактивні рушійні установки.

Тема 2.14. Реактивні рушійні установки на однокомпонентному паливі.

Тема 2.15. Основні принципи роботи та класифікація ядерних ракетних двигунів.

Тема 2.16. Основні принципи роботи та класифікація електричних ракетних двигунів.

Тема 2.17. Методи верифікації та випробувань енергетичних установок.

Тема 2.18. Сучасні та традиційні методи виробництва енергетичних установок.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Spacecraft systems engineering / edited by Peter Fortescue, Graham Swinerd, John Stark.—4th ed.
2. Spacecraft power systems / Mukund R. Patel
3. Smith, J. (2020). Additive Manufacturing in the Energy Sector: A Review of Current State and Future Prospects. Journal of Energy Resources Technology, 142(6), 060801.
4. Rocket Propulsion Elements. Ninth Edition. GEORGE P. SUTTON;

Інформаційні ресурси

1. <https://ki.kpi.ua>.
2. <http://iat.kpi.ua>
3. <http://kpi.ua>.

Обов'язковими для прочитання є розділи з наведеної базової літератури, що тематично відповідають лекційному матеріалу.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дисципліна розрахована на викладання протягом одного семестра. Аудиторне навантаження складається з лекцій – 36 ак. год., практичних занять - 18 ак. год., лаб. робіт – 18 ак. год.

Аудиторні заняття рівномірно розподілені протягом семестру, що дозволяє здобувачам вищої освіти планомірно організовувати і планувати свою роботу.

Метою лекцій з дисципліни «Конструкція енергетичних установок ракет та космічних апаратів» є набуття студентами теоретичних знань які дозволяють обгрунтовано обрати конструктивно правильні та підходящі енергетичні установки для того чи іншого космічного апарату. Окрім того, лекційний матеріал дозволяє слухачу поступово та більш детально дізнаватись про аспекти та нюанси ракетобудування в цілому. Лекційний матеріал рівномірно розподілений протягом навчального семестру.

Теоретична частина складається з 2 логічно пов'язаних тематичних розділів:

1 – Вступу (теми 1.1 – 1.4);

2 - Енергетичні установки космічних апаратів (теми 2.1 – 2.18);

Самий лекційний матеріал викладається у порядку викладених вище тем

Метою практичних занять є закріплення на практиці знань, отриманих на лекціях і набуття професійних знань з практичного використання теоретичного багажу. Практичні заняття орієнтовані на вивчення основних аспектів розрахунку енергетичних установок та інших конструкцій, що входять у їхній склад. Практичні заняття рівномірно розподілені протягом навчального семестра і тематично пов'язані з лекційним матеріалом.

Тематика практичних занять:

Практичне заняття 1. Розрахунок та підбір основних параметрів сонячних панелей.

Практичне заняття 2. Розрахунок габаритів рідинного двигуна в першій ітерації.

Практичне заняття 3. Розрахунок габаритів твердопаливного двигуна в першій ітерації.

Практичне заняття 4. Розрахунок центробіжної однокомпонентної форсунки.

Практичне заняття 5. Методика підбору трубопровідних енергетичних установок.

Практичне заняття 6. Розрахунок твердофазного газогенератора.

Лабораторні роботи орієнтовані на надання практичних навичок розрахунків та моделювання процесів. Роботи рівномірно розподілені протягом навчального семестра і тематично пов'язані з лекційним матеріалом.

Тематика лабораторних робіт:

Лабораторна робота 1. Моделювання процесів теплообмінника.

Лабораторна робота 2. Моделювання теплообмінну всередині конструкції енергетичної установки.

Лабораторна робота 3. Моделювання розпилення форсунок газогенератора.

6. Самостійна робота студента

Обсяг самостійної роботи протягом семестру складає 48 ак. год. Структура самостійної роботи наступна:

Підготовка до аудиторних лекційних занять (10 ак. год.)

Підготовка до аудиторних практичних занять (9 ак. год.)

Підготовка до аудиторних лабораторних занять (9 ак. год.)

Виконання розрахункової графічної роботи (12 ак. год.)

Підготовка до екзамену (8 ак.год.)

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій, практичних занять є обов'язковим і здійснюється за затвердженням розкладом або згідно з індивідуальним планом здобувача вищої освіти. В разі пропуску поважних причин лекцій студент опрацьовує її електронний варіант та проходить короткий електронний тест у форматі Google Forms. Відпрацювання пропущених практичних робіт проводиться наприкінці семестру за окремим затвердженням графіком.

Розрахункова графічна робота видається окремо і захищається у вигляді письмово виконаної роботи, що містить розрахунки і необхідний графічний матеріал (рисунок, графіки тощо).

Використовуєть наступні правила заохочувальних і штрафних балів.

За участь в інститутській олімпіаді з дисципліни нараховується від 5 до 10 балів, за роботу з удосконалення дидактичного матеріалу з дисципліни нараховується 5 балів, за активну участь в обговоренні складних тем +1 ... 5 балів.

В разі визначення плагіату при виконанні усіх типів робіт результати анулюються.

Політика і принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» ім. І. Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки аспірантів і працівників університету визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» ім. І. Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Порядок виконання робіт, відвідування занять та їх оцінювання може бути змінено у робочому порядку відповідно до нормативних документів навчального закладу.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування за темою заняття, контрольні роботи.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконана розрахункова графічна робота; семестровий рейтинг більше ніж 40 балів.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за наступне:

- виконання і відповіді на лабораторних роботах;
- виконання і відповіді на практичних заняттях;
- виконання розрахункової графічної роботи;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів дорівнює $4 \times 3 = 12$ балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 4;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 2;
- не підготовлений – 0.

2. Практичні заняття

Вагомий бал – 4.

Максимальна кількість балів дорівнює $4 \times 6 = 24$ балів

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 4;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 2;
- не підготовлений – 0.

3. Розрахункова графічна робота

Ваговий бал – 8.

Максимальна кількість балів дорівнює $8 \text{ балів} \times 1 = 8$ балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 8;
- неповне виконання завдання – 3...6;
- незадовільне виконання – 0.

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання усіх практичних/лабораторних занять та виконання розрахункової графічної роботи. А також, отримання необхідного прохідного рівня балів. Для підвищення балів допускається виконання рефератів по узгодженим в робочому порядку темам.

4. Екзамен

Максимальна доступна кількість балів за екзамен - 40 балів. Екзамен складається з теоретичної частини, що містить два питання з різних тем. Оцінювання відбувається у наступному порядку:

- за кожне питання, за умови вільного володіння матеріалом, можна отримати максимально по 20 балів;
- досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 15 бали;
- невпевнена відповідь на основне питання, не має відповіді на додаткові питання – 10 балів;
- не має відповіді на основне питання – 0 балів.

5. Умови позитивної проміжної атестації у семестрі.

Для отримання "зараховано" з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш, ніж 12 балів сумарно за всі типи робіт.

Для отримання "зараховано" з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш, ніж 24 бали.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено Бакуном Володимиром Андрійовичем

Ухвалено кафедрою космічної інженерії (протокол № 15 від 07.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТ (протокол № 6 від 22.06.2023 р.)