

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Системи автоматизованого проектування авіаційних двигунів»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

за темою № 6 - Автоматизація функціонального проектування АД.

.

.

.

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробники:

1. Старший викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, Владов С.І.
2. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, викладач-спеціаліст Самохліб Олександр Олександрович

Рецензенти:

1. Завідувач кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, доктор технічних наук, професор Мороз М.М.
2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.

План лекції:

1. Програмні та технічні засоби, що використовуються на етапі термогазодинамічного проектування двигуна та його вузлів.

Рекомендована література:

Основна:

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників. Т. 4. Основи САПР ДВЗ. / За ред. проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ “ХПІ”, 2011. – 428 с.
2. Воронков О.І., Єфремов А.О., Жилін С.С. Сучасні технології проектування та дослідження ДВЗ (САПР ДВЗ). Частина 1. Теоретичні основи САПР: Конспект лекцій. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 172 с.
3. Сольніцев Р.І. Автоматизація проектування систем автоматичного управління. Підручник. –К.: Вищ. шк. 2013. – 335 с

Інформаційні ресурси в Інтернеті

4. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/178b106e-773e-4d58-abec-e031cdde998a/content>

Текст лекції

1. Програмні та технічні засоби, що використовуються на етапі термогазодинамічного проектування двигуна та його вузлів.

Програмне забезпечення об'єднує власне програми для систем обробки даних на машинних носіях і програмну документацію, необхідну для експлуатації програм. Програмне забезпечення (ПЗ) ділиться на загальносистемне, базове і прикладне (спеціальне). Загальносистемне ПЗ призначено для організації функціонування технічних засобів (для розподілу ресурсів пам'яті, організації взаємодії та ін.) і представлено операційними системами комп'ютера. Загальносистемне забезпечення створюється для багатьох користувачів і специфіку САПР не відображає. В базове ПЗ входять програми, що забезпечують правильне функціонування прикладних програм. В прикладному ПЗ реалізується математичне забезпечення для безпосереднього виконання проектних процедур, Прикладне ПЗ звичайно має форму пакетів прикладних програм, кожний з яких обслуговує певний етап процесу проектування або групу однотипних задач всередині різних етапів.

Технічні засоби автоматизації і управління є апаратними, програмними і конструктивними засобами і комплексами засобів, орієнтованими на вирішення як типових, так і конкретних завдань з автоматизації технологічних процесів.

Компоновка технічних засобів автоматизації та керування в агрегатні комплекси технічних засобів виконується згідно міжнародної стандартизації, яку розробляє МЕК (Міжнародна електротехнічна комісія).

Від застосованих технічних засобів значною мірою залежить підвищення техніко-економічних показників систем управління технічними процесами і

виробництвом в цілому. До цих показників відносять:

- якість управління;
- надійність;
- витрати на проектування;
- безпеку експлуатації;
- можливість адаптації систем управління до властивостей об'єктів

технічних процесів у разі зміни останніх;

- умови роботи оператора.

Функції технічних засобів автоматизації

Технічні засоби автоматизації і управління виконують наступні функції:

- збір і перетворення інформації про стан процесу;
- передачу інформації по каналах зв'язку;
- перетворення, зберігання і обробку інформації;
- формування команд управління відповідно до вибраних цілей (критеріїв

функціонування систем);

- використання і представлення командної інформації для впливу на процес;

- зв'язок з оператором за допомогою виконавчих механізмів.

Класифікація технічних засобів автоматизації

Усі промислові засоби автоматизації технологічних процесів за ознакою відношення до системи об'єднують згідно стандарту в наступні функціональні групи:

- засоби на вході системи (датчики);
- засоби на виході системи (вихідні перетворювачі, засоби відображення інформації і команд управління процесом, включаючи мовні);
- внутрішньосистемні ТЗА (ті, що забезпечують взаємозв'язок міжпристроями з різними сигналами і різними машинними мовами);
- засоби передачі, зберігання і обробки інформації;
- виконавчі пристрої.

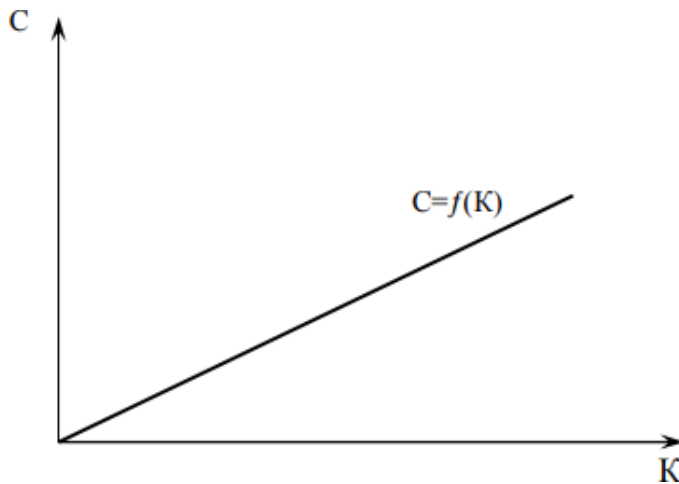
Таке різноманіття груп, типів і конфігурацій ТЗА призводить до багатоальтернативної проблеми проектування технічного забезпечення АСУ ТП у кожному конкретному випадку.

Критерії вибору технічних засобів автоматизації

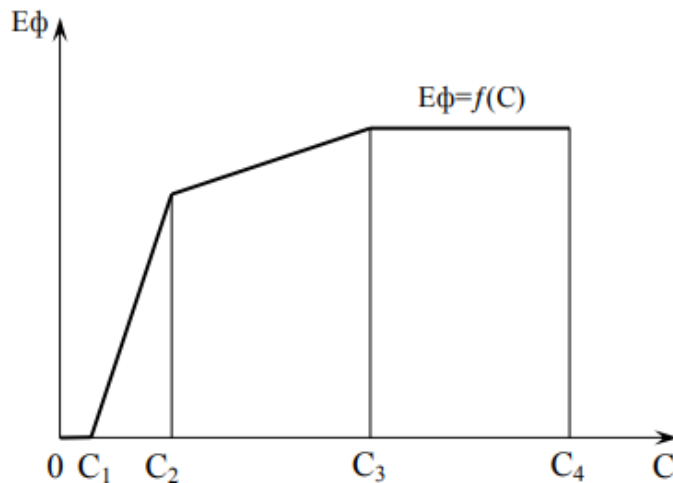
Одним з найбільш важливих критеріїв вибору ТЗА може служити їх вартість. Розглянемо залежності показників економічності (Е) від об'єму капітальних вкладень К і вдосконалення (С) ТЗА, тобто $E=f(K, C)$.

Згідно з технічною літературою графік вдосконалення ТЗА у функції від капітальних вкладень має лінійну залежність.

Графік залежності ефективності ТЗА від вдосконалення $E_f = f(C)$ має складніший характер (рис. 1.2) і відбиває появу появи ефективності після досягнення певного рівня досконалості ділянка 0-С1



Графік вдосконалення технічних засобів



Графік залежності ефективності від вдосконалення

Ділянка C1-C2 – визначає різке зростання ефективності, він відповідає так званому ефекту «першого технічного кроку (стрибка)» за рахунок введення вдосконалених технічних засобів.

Вигин в точці C2 і зростання ефективності на ділянці C2-C3 йде за рахунок використання ТЗА, які комплексно вирішують більш складні завдання автоматизації технологічного процесу.

Вигин в точці C2 і незначне зростання ефективності за рахунок поліпшення якостей впровадження систем управління в ТП, свідчить про вичерпання можливостей прийнятої структури, системи алгоритмів СУ ТП або ж самої технології.

Економічність (Е) визначається за формулою:

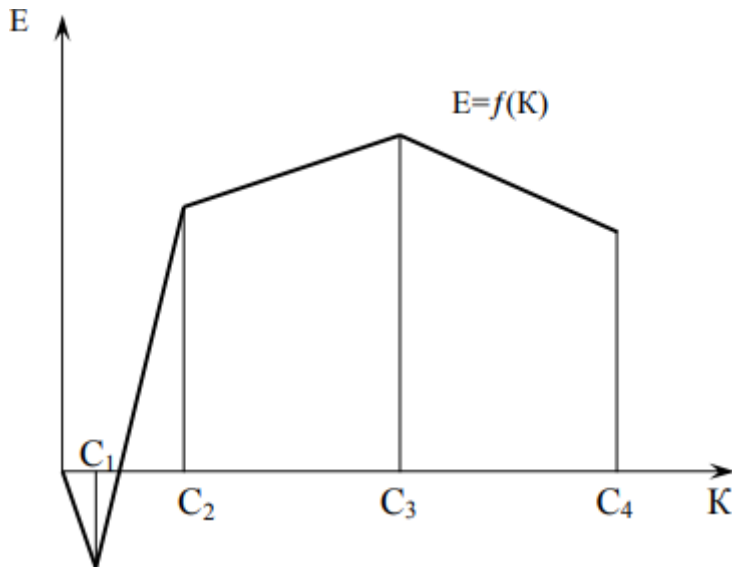
$$E(K) = Ef(C) - C(K) \quad (1)$$

Згідно з формулою (1) побудуємо графік.

Таким чином, до певного рівня капіталовкладень (між C1 і C2) ТЗА є збитковими: їхня вартість перевищує отримуваний економічний ефект.

Починаючи з рівня капіталовкладень C3 ефективність інвестування у

розвиток ТЗА знижується внаслідок вичерпання можливостей прийнятої структури, системи алгоритмів СУ ТП або ж самої технології.



Графік залежності економічності від капітального вкладення

Проектування технічних засобів автоматизації

- Проектування технічних засобів автоматизації. Види сумісності
- Загальні вимоги до технічних засобів автоматичних систем управління технологічними процесами
- Інформаційні вимоги
- Організаційні вимоги
- Математичні вимоги
- Технічні вимоги
- Економічні вимоги

Проектування технічних засобів автоматизації. Види сумісності При занадто малому або занадто великому об'ємі капітальних витрат (K) впровадження ТЗА в технологічний процес може бути збитковим. Отже, досягнення максимальної ефективності E_f за рахунок вдосконалення вибраних технічних засобів (C) можливе при деякому компромісі між витратами на технічні засоби автоматизації і їх досконалістю.

Тому завдання проектування технічних засобів для СУ ТП формують зазвичай таким чином:

З безлічі можливих варіантів побудови комплексу технічних засобів для конкретної автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП) треба вибрати і обґрунтувати такий комплекс технічних засобів, який забезпечує вирішення заданого набору функціональних задач системи автоматизації із заданою якістю при мінімумі капітальних і експлуатаційних витрат з урахуванням забезпечення можливості функціонування системи

управління в умовах прогнозованої зміни складу завдань автоматизації технологічного комплексу (АТК).

На сьогоднішній день нерідко виникає ситуація, коли при комплектації технічних засобів систем керування технічними процесами "замовник" отримує апаратуру від різних приладобудівних фірм "врозсіп" і монтує її на місці експлуатації, з'єднуючи вироби так, щоб забезпечити їх спільне функціонування і взаємодію.

У деяких випадках процес комплектації визначається не технікоекономічною доцільністю, а можливостями постачань устаткування і звичками проектувальників.

При цьому кожного разу індивідуально за місцем експлуатації вирішуються завдання забезпечення сумісності технічних засобів автоматизації, засобів контролю і керуючих пристроїв.

Загалом сумісність поділяють на такі види:

- інформаційна;
- функціональна;
- програмна;
- конструктивна;
- енергетична.

Крім того, в деяких випадках необхідними виявляються нетипові технічні засоби, це значно подовжує терміни проектування і впровадження АСУ ТП і збільшує вартість проектування.

Загальні вимоги до технічних засобів АСУ ТП

Від правильної постановки вимог до технічних засобів і від міри їх задоволення багато в чому залежить успіх автоматизації управління.

Постановка вимог до технічних засобів АСУ ТП вимагає знання, окрім процесу, що автоматизується, обладнання, теорії управління, теорії автоматичного управління, у тому числі організації, інформації, програмування, технологічної автоматики. Необхідність знань в такому широкому діапазоні областей науки і техніки є основною перешкодою для фахівця, який розробляє вимоги до технічних методів АСУ ТП.

Складність задоволення вимог до технічних засобів викликана як відсутністю обладнання з відповідними характеристиками, так і необхідністю компоновки комплексів з окремих засобів.

Для зручності розгляду технічні вимоги розділяють на п'ять груп:

- інформаційні
- організаційні
- математичні
- технічні
- економічні.

Усі вимоги так чи інакше спрямовані на забезпечення сумісності об'єкту автоматизації (верстату, цеху або підприємства в цілому), технічних засобів і людей.

Групи інформаційних і математичних вимог спрямовано на забезпечення сумісності між технічними засобами, а також технічними засобами і персоналом.

Групи організаційних і економічних повинні забезпечувати сумісність комплексу технічних засобів з об'єктом. Група технічних вимог направлена на задоволення усіх трьох видів сумісності.

Інформаційні вимоги

До цієї групи вимог відносяться вимоги щодо інформаційної сумісності технічних засобів між собою і з обслуговуючим персоналом. Інформаційна сумісність технічних засобів забезпечується повним або частковим (у вибраному діапазоні) збіганням форм представлення інформації, видів машинних носіїв, мов, кодів.

Зручність спілкування людини з обладнанням досягається інформаційною сумісністю засобів введення даних в обладнання, виведення даних для людини, винесення висновків щодо стану устаткування, у тому числі в процесі його ремонту.

Організаційні вимоги

Структура управління технологічним процесом, технологія управління і технічні засоби повинні відповідати один одному, як у момент впровадження АСУ ТП, так і у майбутньому. Для цього необхідно:

- забезпечити відповідність структури комплексу технічних засобів (КТС) структурі управління об'єктом і технології управління ними;
- забезпечити автоматизоване виконання основних технологічних функцій управління: виділення інформації, передачі, фіксації, обробки, виведення даних на виконавчі механізми, виведення даних і передачі їх персоналу;
- забезпечити можливість зміни і розвитку КТС;
- передбачити можливість створення організаційних систем контролю роботи КТС, доповнюючи системи забезпечення надійності, наявні в технічних системах;
- забезпечити можливість створення організаційних систем контролю персоналу і забезпечення юридичної відповідальності посадовців за свої дії.

Вимога відповідності структури КТС структурі і технології управління процесом призводить до розділення КТС на частину, яка працює в ритмі процесу, що підлягає автоматизації, і на частину, яка вирішує завдання координації в міру необхідності в довших циклах управління.

Математичні вимоги

Досить швидке рішення основних завдань АСУ ТП (пропускна проможність) досягається як конструкцією апаратури, так і якістю її математичного забезпечення. Спілкування персоналу з машиною забезпечується також не лише формами представлення інформації, кодами і мовами, але і діалогом з машиною, досконалістю її відповідей, порад, рекомендацій, здатністю «розуміння» машиною людини.

Спільна робота машин не завжди можлива через різні невідповідності в їх інформаційному забезпеченні. Згладжування цих невідповідностей може бути виконане за допомогою математичного забезпечення – програм перекодування, перекладу, перескладання макетів і т. п. Це обумовлює наступні вимоги до математичного забезпечення:

- досить швидке рішення основних завдань АСУ ТП;
- спрощення спілкування операторів і обслуговуючого персоналу з КТС за рахунок великої пристосованості КТС до спілкування;
- можливість інформаційної «стиковки» між собою різних технічних засобів.

Технічні вимоги

Ці вимоги іноді розділяють на конструктивні і експлуатаційні, зовнішні і внутрішні, основні і допоміжні.

До основних технічних вимог слід віднести:

- продуктивність, необхідну для своєчасного вирішення усіх завдань АСУ ТП цього виду (значне перевищення продуктивності над потрібною приводить до зайвої витрати засобів);
- пристосованість до умов навколишнього середовища на підприємствах, що автоматизуються, особливо важливо для периферійних технічних засобів (датчиків, пристроїв виводу даних);
- надійність, у тому числі перешкодостійкість, ремонтпридатність і т. п.;
- використання уніфікованих блоків, пристроїв, що випускаються промисловістю серійно;
- простоту експлуатації і обслуговування.

До допоміжних технічних вимог відносяться:

- технічна сумісність засобів, основана на спільній елементній базі і загальній конструктивній базі;
- вимоги ергономіки, технічної естетики.

Використання новітньої елементної бази в устаткуванні АСУ ТП не є обов'язковою вимогою, оскільки зазвичай це здорожує апаратуру, ставить перешкоди на шляху використання добре відпрацьованих технічних засобів, що виправдали себе, на перших кроках може понизити надійність КТС.

- Економічні вимоги

Економічність є основним принципом автоматизації управління. Тому, говорячи про інформаційні вимоги, слід ставити питання про економічну інформаційну сумісність взагалі, а говорячи про організаційні вимоги, слід мати на увазі найбільш економічну організацію управління за допомогою вибраного КТС, а не організацію управління взагалі.

Математичні і технічні вимоги про забезпечення рішення завдань означають економічне рішення завдань, а не забезпечення рішення завдань взагалі. Отже, економічні вимоги необхідно враховувати в усіх інших вимогах до технічних засобів.

Крім того, можуть бути сформовані і чисто економічні вимоги до КТС:

- мінімальні капітальні вкладення на створення КТС;
- мінімальні експлуатаційні витрати, простота експлуатації;
- мінімальні виробничі площі для розміщення КТС;
- мінімальні витрати на допоміжне устаткування, що забезпечує роботу технічних засобів.

Ці вимоги зазвичай суперечливі, тому слід шукати рішення з мінімізації приведених витрат.

При проектуванні КТС слід дотримуватись також наступних вимог, що носять економічний характер:

- основний напрям дії КТС повинен забезпечувати виключення масових операцій управління, що виконуються вручну; це означає необхідність механізації або автоматизації передусім масових ручних операцій і підбір відповідної апаратури;
- чим більша кількість людей, що працюють з яким-небудь технічним засобом, тим вищим має бути рівень автоматизації, що забезпечується цим пристроєм, рівень надійності пристрою і тим простішою має бути технологія роботи з ним.