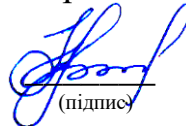


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Технологій виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Ю. О. Невешкін
(ініціали та прізвище)

«30» червня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Інформаційне забезпечення гнучких виробничих систем
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і найменування спеціальності)

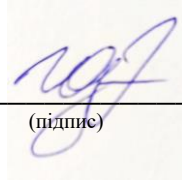
Освітня програма: Комп'ютерні технології проектування та виробництва
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Розробник: Горбачов О.О., доцент каф. №204, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)

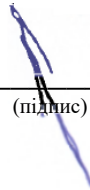


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №204
«Технологій виробництва авіаційних двигунів»
(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 30 » червня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

А.І. Долматов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показника | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання) |
|---|--|---|
| Кількість кредитів – 3.5 | <p>Галузь знань <u>15 Автоматизація та приладобудування</u> <small>(шифр і найменування)</small></p> <p>Спеціальність <u>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</u> <small>(код і найменування)</small></p> <p>Освітня програма <u>Комп'ютерні технології проектування та виробництва</u> <small>(найменування)</small></p> <p>Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p> | Обов'язкова |
| Кількість модулів – 2 | | Навчальний рік |
| Кількість змістовних модулів – 2 | | 2023/2024 |
| Індивідуальне завдання «Проектування інформаційної системи для гнучкого автоматизованого виробництва» <small>(назва)</small> | | Семестр |
| Загальна кількість годин – 56/105 | | 6-й |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6,2 самостійної роботи студента – 7,1 | | Лекції* |
| | | 32 годин |
| | | Практичні, семінарські* |
| | | -- годин |
| | | Лабораторні* |
| | 24 годин | |
| | Самостійна робота | |
| 49 годин | | |
| Вид контролю | | |
| модульний контроль, іспит | | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: *кількість годин аудиторних занять/ кількість годин самостійної роботи.*

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: набуття досвіду ознайомлення з сучасними виробничими системами, системами, поглиблення теоретичних знань у сфері інформаційного забезпечення комп'ютерно інтегрованих технологічних процесів та виробництв

Завдання: поглиблення навичок розробки інформаційного забезпечення виробничих процесів

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК11. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК12. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК13. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ФК1. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно- інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК8. Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

ФК10. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

ФК11. Готовність до прийняття організаційно-керівних рішень в умовах різних думок та оцінки наслідків прийнятих рішень

Очікувані результати навчання:

ПРН3. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування

ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації та вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПРН6. Вміти розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління та програмно-технічні комплекси на базі промислових контролерів, засобів людино-машинного інтерфейсу і промислових інформаційних мереж.

ПРН7. Вміти застосовувати сучасні методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН9. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій

ПРН10. Здатність проводити аналіз виробничо-технічних систем в різних галузях промисловості як об'єктів автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації.

ПРН12. Вміти застосовувати системний підхід для врахування нетехнічних (економічних, правових, соціальних, екологічних і ін.) складових оцінки об'єктів автоматизації при проведенні робіт з впровадження систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН13. Вміти розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління складними технологічними процесами та виробництвом.

ПРН15. Вміти виявляти, локалізувати та виправляти помилки в роботі програмних та апаратних засобів автоматичного та автоматизованого управління.

Пререквізити –

- Методи обчислень та моделювання на ЕОМ
- Методи формоутворення поверхонь у виробництві авіаційних двигунів та енергетичних установок
- Основи програмування обладнання з ЧПК
- Програмування операцій високошвидкісного механічного оброблення для верстатів з системами числового програмного керування
- Електричні машини

Кореквізити –

- Комп'ютерні технології проектування технологічних процесів
- Макропрограмування керуючих програм для верстатів з ЧПК
- Основи програмування обладнання з ЧПК
- Технологія двигунобудування
- Програмування мікропроцесорних пристроїв
- Комп'ютерні технології проектування технологічного оснащення

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Ресурсне забезпечення ГВО.

Тема 1. Організація інструментального забезпечення ГВО.

Організація інструментального забезпечення ГВО. Вимоги до інструментального оснащення. Інструментальні матеріали для ГВО. Порівняльна характеристика, галузі застосування.

Тема 2. Інструментальне оснащення ГВО.

Інструментальне оснащення ГВО яке забезпечує збільшення економічної швидкості різання.

Тема 3. Інструментальне оснащення ГВО автоматичної зміни РІ.

Інструментальне оснащення ГВО яке забезпечує автоматичну зміну ріжучого інструменту.

Тема 4. Системи допоміжного інструменту ГВО.

Системи допоміжного інструменту ГВО, порівняльна характеристика.

Тема 5. Автоматична зміна інструменту в ГВС

Засоби автоматичної зміни інструменту в ГВС, порівняльна характеристика

Тема 6. Пристрої АЗІ (автоматичної зміни інструменту)

Пристрої АЗІ (автоматичної зміни інструменту).

Пристрої АЗІ, вимоги до них, основні елементи.

Тема 7. Засоби забезпечення ГВО інструментом

Засоби забезпечення ГВО інструментом. Кодування та ідентифікація інструменту

Тема 8. Комп'ютерні системи проектування технологічних процесів

Поняття про технологічний процес, технологічну операцію, технологічний перехід. Класифікація технологічних процесів. Комп'ютерні системи проектування технологічних процесів

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Інформаційне забезпечення ГАВ.

Тема 9. Гнучке автоматизоване виробництво (ГАВ). Класифікація та терміни

Систематизація понять в галузі ГАВ. Гнучкий виробничий осередок (ГВО) – основа гнучких виробничих систем (ГВС). Склад обладнання і систем ГВО. Засоби забезпечення інтеграції, гнучкості і безлюдного режиму роботи. Технологічне устаткування ГВО. Види, класифікація та методи удосконалення устаткування.

Тема 10. Місце ГАВ у промисловому виробництві

Основні тенденції розвитку автоматизованого виробництва. Еволюція виробничих систем. Основні тенденції розвитку автоматизованого виробництва. Інтеграція, гнучкість, безлюдність

Тема 11. Розробка концептуальної структурної схеми управління інтегрованої комп'ютерної системи

Класифікація та принципи управління інтегрованою комп'ютерною системою. Види інтегрованих комп'ютерних систем та її класифікація. Складові структурної схеми управління. Принципи складання структурної схеми управління.

Тема 12. Архітектурна схема інтегрованої комп'ютерної системи управління

Класифікація, принципи складання архітектурної схеми управління інтегрованою комп'ютерною системою. Види архітектурних схем інтегрованих комп'ютерних систем та її класифікація. Складові архітектурної схеми управління. Принципи складання архітектурної схеми управління.

Тема 13. Інформаційне забезпечення інтегрованої комп'ютерної системи управління

Види інформаційного забезпечення. Складники інформаційного забезпечення. Структура інформаційного забезпечення. Принципи складання та поєднання різних інформаційних систем, та принципи написання інформаційної системи за власним кодом.

Тема 14. Структура інформаційного забезпечення

Класифікація, принципи складання інформаційної схеми управління інтегрованою комп'ютерною системою.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

| Назва змістовного модуля і тем | Кількість годин | | | | |
|---|-----------------|--------------|----------|----------|-----------|
| | Усього | У тому числі | | | |
| | | л | п | лаб. | с. р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Модуль 1 | | | | | |
| Змістовний модуль 1. Ресурсне забезпечення ГВО. | | | | | |
| Тема 1. Організація інструментального забезпечення ГВО. | 0,5 | 0,5 | - | - | - |
| Тема 2. Інструментальне оснащення ГВО. | 6 | 2 | - | - | 4 |
| Тема 3. Інструментальне оснащення ГВО автоматичної зміни РІ | 7,5 | 4,5 | - | - | 3 |
| Тема 4. Системи допоміжного інструменту ГВО. | 7 | 2 | - | - | 5 |
| Тема 5. Автоматична зміна інструменту в ГВС | 9 | 3 | - | - | 5 |
| Тема 6. Пристрої АЗІ (автоматичної зміни інструменту) | 8 | 2 | - | - | 5 |
| Тема 7. Засоби забезпечення ГВО інструментом | 12 | 3 | - | 4 | 5 |
| Тема 8 Комп'ютерні системи проектування технологічних процесів | 8 | 1 | - | 4 | 3 |
| Модульний контроль | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 1 | 58 | 22 | - | 8 | 30 |
| Змістовний модуль 2. Інформаційне забезпечення ГАВ. | | | | | |
| Тема 9. Комп'ютерні системи проектування технологічних процесів | 11 | 3 | - | 4 | 3 |
| Тема 10. Гнучке автоматизоване виробництво (ГАВ). Класифікація та терміни | 5 | 1 | - | - | 3 |
| Тема 11. Розробка концептуальної структурної схеми управління інтегрованої комп'ютерної системи | 9 | 1 | - | 4 | 3 |
| Тема 12. Архітектурна схема інтегрованої комп'ютерної системи управління | 11 | 3 | - | 8 | 3 |
| Тема 13. Інформаційне забезпечення інтегрованої комп'ютерної системи управління | 5 | 1 | - | - | 3 |
| Тема 14. Структура інформаційного забезпечення | 6 | 1 | - | - | 4 |
| Модульний контроль | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Разом за змістовим модулем 2 | 47 | 10 | - | 16 | 19 |
| Усього годин | 105 | 32 | - | 25 | 49 |
| Модуль 2 | | | | | |
| Індивідуальне завдання | 9 | - | - | - | 9 |
| Контрольний захід | | | | | |
| Усього годин | 105 | 32 | - | 24 | 49 |

5. Теми семінарських занять

| № п/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--------------|-----------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| | Разом | |

6. Теми практичних занять

| № п/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--------------|-----------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| | Разом | |

7. Теми лабораторних занять

| № п/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Засоби забезпечення ГВО інструментом | 4 |
| 2 | Комп'ютерні системи проектування технологічних процесів | 4 |
| 4 | Розробка концептуальної структурної схеми управління інтегрованої комп'ютерної системи | 4 |
| 5 | Розробка концептуальної структурної схеми управління інтегрованої комп'ютерної системи | 4 |
| 6 | Архітектурна схема інтегрованої комп'ютерної системи управління | 8 |
| | Разом | 24 |

8. Самостійна робота

| № п/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Тема 2. Інструментальне оснащення ГВО. | 4 |
| 2 | Тема 3. Інструментальне оснащення ГВО автоматичної зміни РІ | 3 |
| 3 | Тема 4. Системи допоміжного інструменту ГВО. | 5 |
| 4 | Тема 5. Автоматична зміна інструменту в ГВС | 5 |
| 5 | Тема 6. Пристрої АЗІ (автоматичної зміни інструменту) | 5 |
| 6 | Тема 7. Засоби забезпечення ГВО інструментом | 5 |

| | | |
|----|---|-----------|
| 7 | Тема 8 Комп'ютерні системи проектування технологічних процесів | 3 |
| 8 | Тема 9. Комп'ютерні системи проектування технологічних процесів | 3 |
| 9 | Тема 10. Гнучке автоматизоване виробництво (ГАВ). Класифікація та терміни | 3 |
| 10 | Тема 11. Розробка концептуальної структурної схеми управління інтегрованої комп'ютерної системи | 3 |
| 11 | Тема 12. Архітектурна схема інтегрованої комп'ютерної системи управління | 3 |
| 12 | Тема 13. Інформаційне забезпечення інтегрованої комп'ютерної системи управління | 3 |
| 13 | Тема 14. Структура інформаційного забезпечення | 4 |
| | Разом | 49 |

9. Індивідуальні завдання

Розробити блок-схему інформаційної системи гнучкого автоматизованого виробництва на базі розрахунків однієї механічної операції.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій із застосуванням наглядних матеріалів, деталей авіаційних двигунів, пристроїв та обладнання; складання графічних схем; робота в Інтернет.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, поточне тестування.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

| Складові навчальної роботи | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|--|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Змістовний модуль 1 | | | |
| Робота на лекціях | 0...1 | 5 | 0...5 |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 0...5 | 4 | 0...20 |
| Модульний контроль | 0...15 | 1 | 0...15 |
| Змістовний модуль 2 | | | |
| Робота на лекціях | 0...1 | 5 | 0...5 |
| Виконання і захист | 0...5 | 4 | 0...20 |

| | | | |
|------------------------------------|--------|---|----------------|
| лабораторних (практичних) робіт | | | |
| Модульний контроль | 0...15 | 1 | 0...15 |
| Виконання і захист РГР (РР, РК) | 0...20 | 1 | 0...20 |
| Усього за семестр | | | 0...100 |

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з 4 (чотирьох) теоретичних питань по 25 балів за кожне питання: $25+25+25+25=100$ балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу.

А також орієнтуватися у:

- основні тенденції розвитку автоматизованого виробництва;
- склад обладнання та систем, що використовуються в ГВС;
- організацію потоку деталей і заготовок в ГВС;
- технологічне автоматичне переналагоджу вальне оснащення;
- контроль-вимірвальні системи;
- системі обслуговування та нагляду за процесом різання;
- АТСС (автоматизовані транспортно-складські системи);
- системи забезпечення якості обробки;
- типові компоновки ГПВ;

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

А також знати:

- світові досягнення в галузі створення ГАВ.
- архітектурна схема інтегрованої комп'ютерної системи управління;
- інформаційне забезпечення інтегрованої комп'ютерної системи управління;
- структура інформаційного забезпечення.

Та вміти:

- користуватися термінологією в галузі ГАВ;
- складати структурну схему інформаційного забезпечення;
- орієнтуватися у різних типових інформаційних схемах та структурних схемах інформаційного забезпечення;
- складати алгоритми інформаційних систем різної складності.

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсової роботи (проекту)

| | | | |
|----------------------|----------------------|---------------|------|
| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Сума |
| до ____ | до ____ | до ____ | 100 |

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

| Сума балів | Оцінка за традиційною шкалою | |
|------------|-------------------------------|---------------|
| | Іспит, диференційований залік | Залік |
| 90 – 100 | Відмінно | Зараховано |
| 75 – 89 | Добре | |
| 60 – 74 | Задовільно | |
| 0 – 59 | Незадовільно | Не зараховано |

13. Методичне забезпечення

http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_0A_Informacijne1.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Achimugu, P., Selamat, A., Ibrahim, R., & Mahrin, M. (2014). A systematic literature review of software requirements prioritization research. *Information and Software Technology*, 56(6), 568-585. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2014.02.001>.
2. Bagozzi, R., Yi, Y., & Phillips, L. (1991). Assessing construct validity in organizational research. *Administrative Science Quarterly*, 36(3), 421-458. <http://dx.doi.org/10.2307/2393203>.
3. Baykasoğlu, A., & Ozsoydan, F. (2017). Minimizing tool switching and indexing times with tool duplications in automatic machines. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 89(5-8), 1775-1789. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-016-9194-z>.
4. Beach, R., Muhlemann, A., Price, D., Paterson, A., & Sharp, J. (2000). A review of manufacturing flexibility. *European Journal of Operational Research*, 122(1), 41-57. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00062-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00062-4).

5. Bi, Z., & Kang, B. (2014). Sensing and responding to the changes of geometric surfaces in flexible manufacturing and assembly. *Enterprise Information Systems*, 8(2), 225-245. <http://dx.doi.org/10.1080/17517575.2012.654826>.
6. Boyer, K. (1998). Longitudinal linkages between intended and realized operations strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(4), 356-373. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579810199739>.
7. Browne, J., Dubois, D., Rathmill, K., Sethi, S., & Stecke, K. (1984). Classification of flexible manufacturing systems. *The FMS Magazine*, 2(1), 114-116.
8. Bulut, E., Duru, O., & Koçak, G. (2015). Rotational priority investigation in fuzzy analytic hierarchy process design: An empirical study on the marine engine selection problem. *Applied Mathematical Modelling*, 39(2), 913-923. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2014.07.018>.
9. Deif, A., & ElMaraghy, H. (2017). Variety and volume dynamic management for value creation in changeable manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 55(5), 1516-1529. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2016.1222088>.

Допоміжна

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Под редакцией Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.М. М.: Машиностроение, 1985; 656 и 692 с.
2. Кривцов В.С., Застела О.М., Мещеряков О.М. та ін. Фізико-хімічні основи технологічних процесів. - Харків: Нац.аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ун-т", 2009. - 4.1. - 107 с.
3. Обработка металлов давлением. Прокатка, ковка, штамповка/ Под общей редакцией А.И. Долматова, В.С. Кривцова. Учебник. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", 2002. Кн. 1, - 419 с.
4. ЕСТД. Справочное пособие. М.: Машиностроение, 1986, - 374 с.
5. ЕСКД. Основные положения. М.: Изд. станд., 1991, - 392 с.
6. Горбачев А.Ф. и др. Конструирование комплексной детали типа тела вращения: Учебное пособие. - Х: ХАИ, 1996. - 13с.
7. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства: Учебное пособие. - К.: Вища школа. Головное изд-во, 1989. - 240с.
8. Пуховский Е.С. Технология гибкого автоматизированного производства: К.: Техніка, 1989. - 207с.
9. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ (справочник). М.: Машиностроение. 1990. - 512с.
10. Егоров В.А. и др. Транспортно-накопительные системы для ГПС. Л.: Машиностроение. 1990. - 276 с.
11. Вальков В.М. Контроль в ГАП. Л.: Машиностроение. 1986. - 232с.
12. Модульное оборудование для гибких производственных систем механической обработки: Справочник/ Р.Э. Сафраган, Г.А. Кривов, В.Н. Татаренко и др.; Под ред. канд. техн. наук Р.Э. Сафрагана. - К.: Тэхніка, 1989. -175 с.

15. Інформаційні ресурси

1. www.youtube.com
2. <http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/pages/default.aspx>
3. https://www.index-group.com/en_us/