

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) А.І.Долматов  
(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Технологія складання та випробування авіаційних двигунів та енергетичних установок  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

\_\_\_\_\_  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

\_\_\_\_\_  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Технологія виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок»

(найменування спеціалізації)

**Форма навчання: денна/заочна**

**Рівень вищої освіти: другий (магістерський)**

**Харків 2021 рік**

**Робоча програма** вибіркової навчальної дисципліни

«Технологія складання та випробування авіаційних двигунів та енергетичних установок»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

освітньою програмою «Технологія виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок»

« 01 » \_\_ 07 \_\_ 2021 р., - 11 с.

Розробник: Некрасов О.Д., професор кафедри № 204, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

(підпис)

Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні кафедри № 204 «Технологій виробництва авіаційних двигунів»

(назва кафедри)

Протокол № 10 від « 02 ». 07. 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор \_\_\_\_\_ А.І.Долматов

(наукова ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

## 1. Опис вибіркової навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                                                                                                      | Галузь знань, спеціальність, освітня програма                                                      | Характеристика навчальної дисципліни |                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                                                              |                                                                                                    | Денна форма навчання                 | Заочна форма навчання              |
| Кількість кредитів – 7                                                                                                                                                       | <b>Галузь знань:</b><br>13 «Механічна інженерія»                                                   | <b>За вибором</b>                    |                                    |
| Модулів – 2                                                                                                                                                                  |                                                                                                    | <b>Рік підготовки:</b>               |                                    |
| Змістових модулів – 7                                                                                                                                                        |                                                                                                    | 2021-2022-й                          |                                    |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання :<br>1. «Методи досягнення заданої точності» Конструкторська задача.<br>2. «Методи досягнення заданої точності» Технологічна задача. | <b>Спеціальність:</b><br>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»                               | <b>Семестр - 1</b>                   |                                    |
|                                                                                                                                                                              |                                                                                                    | <b>Лекції - 48 год.</b>              | <b>Лекції – 8 год.</b>             |
| Загальна кількість годин:<br>денна – 64/210<br>заочна – 24/210                                                                                                               | <b>Освітня програма:</b><br>«Технологія виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок» | <b>Практичні - 16</b>                | <b>Практичні - 16</b>              |
|                                                                                                                                                                              |                                                                                                    | <b>Лабораторні -</b>                 |                                    |
| Тижневих годин для денної форми навчання<br>4/9,125 <b>ауд/самост</b>                                                                                                        | <b>Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</b>                                                 | <b>Самостійна робота -146 год.</b>   | <b>Самостійна робота -186 год.</b> |
| <b>Семестр 1</b>                                                                                                                                                             |                                                                                                    |                                      |                                    |
| Аудиторних- 64 год.                                                                                                                                                          |                                                                                                    |                                      |                                    |
| Самост. роботи – 146 год.                                                                                                                                                    |                                                                                                    |                                      |                                    |
| Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійних та індивідуальних робіт становить: 64/146 – 0,43                                                             |                                                                                                    | <b>Вид контролю</b>                  |                                    |
|                                                                                                                                                                              |                                                                                                    | <b>Модульний контроль, Іспит</b>     |                                    |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчити теоретичні основи технології складання та випробування авіаційних двигунів, сучасні способи проектування технологічних процесів, методи поєднання основних пар ГТД, вузлового та загального складання.

**Завдання:** вивчення та засвоєння одного з заключних етапів промислового виробництва АД, навчання методам і прийомам раціонального проектування технологічних процесів складання, підготування студентів до самостійного вирішення питань проектування технологічних процесів складання.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК1 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК2 – здатність до проведення досліджень.

ЗК3 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4 – здатність спілкуватися іноземною мовою в професійній сфері.

ЗК5 – здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6 – здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК7 – здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК8 – здатність працювати в команді, приймати рішення, у тому числі в екстремальній ситуації, та нести за них відповідальність.

ЗК9 – здатність робити довгострокове планування та розробляти стратегію професійної діяльності.

ЗК10 – здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність у міжнародному середовищі.

ЗК11 – здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК12 – здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

ЗК13 – здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК14 – прагнення до збереження навколишнього середовища.ФК1

ФК1 – здатність продемонструвати всебічні знання в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки та перспективи її розвитку.

ФК2 – здатність продемонструвати передові знання в авіаційній та ракетно-космічній техніці.

ФК3 – здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення складних інженерних завдань з використанням спеціальних і загальнонавчаних методів.

ФК4 – здатність до систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з досягнень в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК5 – здатність аналізувати необхідну інформацію, технічні дані, показники та результати роботи, систематизувати їх і узагальнювати з метою покращення технологічних характеристик деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки і технологічного обладнання, створення нових технологій і модернізації виробництва.

ФК6 – здатність розробляти і впроваджувати енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування технологічних процесів виготовлення деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки і технологічного обладнання.

ФК7 – здатність організовувати роботи по доведенню й освоєнню технологічних процесів у ході монтажних та пусконаладжувальних робіт основного та допоміжного обладнання, забезпечувати конкурентоздатність продукції в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК8 – здатність розробляти методики розрахунків і проведення досліджень при проектуванні та експлуатації об'єктів і систем у галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням сучасних CAD/CAM/CAE (інформаційних) систем.

ФК9 – здатність проводити аналіз конкурентних розробок та здійснювати техніко-економічне обґрунтування, організувати та виконувати наукові дослідження, пов'язані з розробленням та впровадженням інноваційних проектів і програм в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК10 – здатність здійснювати патентні дослідження, готувати заявки на винаходи й промислові зразки, організовувати роботи зі здійснення авторського нагляду при виготовленні, монтажу, налагодженні, випробуваннях і здачі в експлуатацію об'єктів і виробів авіаційної та

ракетно-космічної техніки.

ФК11 – здатність приймати оптимальні рішення в процесі виробництва енергетичної та технологічної продукції з урахуванням вимог якості, надійності й вартості, термінів виконання, охорони праці та екологічної чистоти виробництва в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ФК12 – здатність розробляти фізичні й математичні моделі процесів в енергетичному і технологічному обладнанні з аналізом результатів і розробкою методик розрахунку обладнання (шляхом порівняння з результатами експериментальних досліджень).

ФК13 – здатність готувати науково-технічні публікації та звіти за результатами виконаних досліджень з публічним захистом.

### **Програмні результати навчання:**

ПРН1 – вміння розв’язувати складні інженерні завдання і проблеми авіаційної та / або ракетно-космічної техніки, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог.

ПРН2 – вміння критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.

ПРН3 – навички складання звітної документації за результатами робіт з виконання професійних (науково-технічних) задач, підготовки науково-технічних публікацій, доповідей та презентацій за результатами виконаних досліджень.

ПРН4 – розуміння та вміння використовувати сучасні методи розв’язування винахідницьких задач. Вміти застосовувати різні методи захисту інтелектуальної власності на технічні рішення, створені в ході професійної (науково-технічної) діяльності.

ПРН5 – вміння використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв’язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми.

ПРН6 – навички прийняття рішень при виникненні нестандартних складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності в умовах невизначеності умов та вимог, наявності спектра думок та обмеженості часу.

ПРН7 – вміння зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки з проблем авіаційної та ракетно-космічної техніки, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

ПРН8 – вміння відповідати за розвиток професійного знання і практик команди в авіаційній та/або ракетно-космічній техніці, оцінку її стратегічного розвитку.

ПРН9 – готовність до подальшого навчання у сфері авіаційної та ракетно-космічної техніки, механічної інженерії і дотичних галузей знань, яке значною мірою є автономним та самостійним.

ПРН10 – володіння іноземною мовою на рівні, який забезпечує можливість спілкування у професійному середовищі та користування науковою та науково-технічною документацією в предметній області.

ПРН11 – вміння аналізувати передові наукові та технічні досягнення в галузі проектуванні та виробництва елементів та об’єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки в умовах різних етапів розвитку, використовуючи історичну, патентну та науково-технічну літературу.

ПРН12 – вміння обґрунтовано призначати клас матеріалів для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки, мати навички вибору методів модифікації їх властивостей.

ПРН13 – вміння розраховувати економічну ефективність виробництва елементів та систем авіаційної ракетно-космічної техніки.

ПРН14 – розуміння принципів навички обґрунтованого призначення показників якості об’єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН15 – вміння застосовувати вимоги галузевих та міжнародних нормативних документів

щодо формулювання та розв'язання науково-технічних задач проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу.

ПРН16 – вміння визначати вихідні параметри для формування зовнішнього вигляду авіаційної та ракетно-космічної техніки на основі навичок оцінювання стійкості та керованості літального апарата згідно з існуючими методиками.

ПРН17 – навички організації виконання складних завдань у професійній діяльності шляхом послідовного та якісного виконання їхніх окремих етапів, в тому числі з залученням колективу виконавців.

ПРН18 – вміння застосовувати сучасні методи та засоби конструкторсько-технологічної підготовки виробництва, в тому числі комп'ютеризованого гнучкого виробництва, складання і випробування елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для сучасного обладнання з числовим програмним керуванням.

ПРН19 – вміння обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки та засобів промислового виробництва з використанням новітнього програмного забезпечення, яке використовується в галузі.

ПРН20 – вміння використовувати на практиці сучасні методи, способи та засоби проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки для різних типів промислового виробництва.

ПРН21 – обізнаність з питань теоретичного та інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки на основі сучасних міжнародних стандартів та використання новітнього метрологічного забезпечення.

ПРН22 – вміння аналізувати ризики загроз і небезпек на робочих місцях та виробничих об'єктах, розробляти та проводити заходи щодо усунення причин нещасних випадків, впроваджувати організаційні і технічні заходи з метою поліпшення безпеки праці, використовуючи нормативну базу, сучасні методи і методики.

ПРН23 – вміння та навички розробки та оптимізації параметрів технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПРН24 – вміння формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі з розроблення новітніх зразків систем та елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на основі знань та розуміння особливостей їх конструкції та робочих процесів.

### **Міждисциплінарні зв'язки:**

**Пререквізити;** взаємозамінність та стандартизація, деталі машин теоретична механіка технологічне оснащення САПР технологічних процесів автоматизація виробничих процесів виробнича практика технологія двигунобудування технологія конструкційних матеріалів.

**Кореквізити;** перед дипломна практика технологія виробництва та ремонту АД та ВУ системи технологічної підготовки виробництва авіаційної та ракетно космічної техніки моделювання процесів в АРКТ проектування комп'ютерно інтегрованих систем.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль I**

**Змістовний модуль 1.** Головні поняття технологічного процесу складання. Технологічність конструкції.

Тема 1. Вступ до дисципліни. Головні поняття та визначення технологічного процесу складання, специфічність технологічних процесів складання, типи поєднань. Виріб, складальна одиниця, вузол, агрегат, операція, перехід, бази, базові поверхні.

Тема 2. Технологічність конструкції. Якісна та кількісна оцінка технологічності. Технологічність конструкції в зв'язку з процесом складання. Коефіцієнт уніфікації, стандартизації. Шляхи підвищення технологічності.

#### Змістовний модуль 2. Точність складання.

Тема 3. Точність складання. Фактори які впливають на точність. Складальні розмірні ланцюги. Методи розрахунку точності замикаючої ланки (метод max-min, вірогідносний). Площинні розмірні ланцюги.

Тема 4. Методи, які забезпечують задану точність. Методи повної взаємозаміни та метод неповної взаємозаміни. Метод групової взаємозаміни, метод регулювання (компенсаторів) та метод припасування. Вибір методу які забезпечують задану точність.

#### Змістовний модуль 3. Контроль технологічних процесів складання.

Тема 5. Види технічного контролю. Контроль технологічних процесів. Контроль головних геометричних параметрів, зазорів і биття. Контроль співвісності жорсткими калібрами, оптичним методом за допомогою пристроїв та пневматичним методом.

Тема 6. Дисбаланс роторів. Неврівноваженість та її види, причини неуврівноваженості. Міра неуврівноваженості. Технологічний процес балансування роторів. Статичне балансування та його недоліки. Динамічне балансування. Машини для статичного та динамічного балансування.

#### Змістовний модуль 4. Проектування технологічних процесів складання.

Тема 7. Етапи проектування. Технологічний контроль складальних креслень. Відпрацювання конструкції на технологічність. Вибір базової деталі. Розробка графічної схеми технологічного процесу. Нормування та проектування складальних пристроїв.

Тема 8. Техніко-економічна ефективність та документація технологічного процесу складання. Технічний та економічний принцип побудови технологічного процесу складання. Критерії оцінки ефективності проектування технологічного процесу складання. Документація. Маршрутна карта, операційна карта, карта ескізів. Інструкція по виконанню складних операцій. Відомість технологічної документації.

### Модуль II

#### Змістовний модуль 5. Складання основних пар ГТД.

Тема 9. Різьбові з'єднання. Основні вимоги при складанні різьбових з'єднань. Попереднє зусилля затяжки. Методи контролю зусилля затяжки: по обертальному моменту, по куту повороту гайки, по подовженню болта, відносно контрольного штифта, по зминанню тарованої шайби одноразового застосування. Порядок затяжки болтів.

Тема 10. Зубчасті з'єднання. Підшипники. Основні вимоги при складанні зубчатих сполучень. Боковий зазор, його призначення та методи його контролю. Якісна та інтегральна оцінка складання зубчастих з'єднань. Класи точності підшипників. Початковий попередній зазор та методи його контролю.

Тема 11. Пресові та нероз'ємні з'єднання. Повздовжньо-пресові та поперечно-пресові з'єднання. Область раціонального застосування кожного із видів з'єднань. Зварювальні з'єднання, технологічність зварних з'єднань, паяні та клейові та механічні з'єднання.

#### Змістовний модуль 6. Вузлове та загальне складання ГТД.

Тема 12. Складання компресорів та турбін. Основні вимоги при складанні компресорів. Складання компресорів диски, яких з'єднуються радіальним штифтом. Особливості складання компресорів диски, яких з'єднуються стяжною штангою. Складання роторів турбін. Складання соплових апаратів. Контроль прохідних перерізів.

Тема 13. Складання камер згоряння та загальне складання ГТД. Основні вимоги при складанні камер згоряння. Особливості складання камер згоряння трубчатого, кільцевого та трубчато-кільцевого типу. Розробка графічних схем складання камер згоряння. Основні вимоги загального складального АД. Вибір схеми складання та базової деталі. Забезпечення осьових та радіальних зазорів. Дисбаланс.

#### Змістовний модуль 7. Випробування АД.

Тема 14. Види випробувань. Дослідницькі випробування. Назначення та види дослідницьких випробувань. Модельні, натурні. Режими випробування. Експериментальні випробування. Доводка вузлів, двигуна взагалі. Державні тривалі на ресурс, в ТБК, льотні.

Тема 15. Серійні випробування. Короткочасні, здаточні та контрольні. Довготривалі, місячні та кварталні. До повного руйнування.

Тема 16. Випробувальні станції. Структура та обладнання випробувальних станцій. Устаткування випробувальних боксів. Силомірні пристрої. Призначення, конструкція, принцип роботи. Системи випробувальних станцій. Основні етапи випробувань.

## 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                     | Кількість годин |              |     |     |     |      |              |              |     |     |     |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----|-----|-----|------|--------------|--------------|-----|-----|-----|------|
|                                                                                                   | денна форма     |              |     |     |     |      | заочна форма |              |     |     |     |      |
|                                                                                                   | усього          | у тому числі |     |     |     |      | усього       | у тому числі |     |     |     |      |
|                                                                                                   |                 | л            | пр. | лаб | інд | с.р. |              | л            | пр. | лаб | інд | с.р. |
| Модуль 1                                                                                          |                 |              |     |     |     |      |              |              |     |     |     |      |
| Змістовий модуль 1. Головні поняття технологічного процесу складання. Технологічність конструкції |                 |              |     |     |     |      |              |              |     |     |     |      |
| Тема 1. Вступ до дисципліни. Головні поняття та визначення технологічного процесу складання.      | 6               | 2            |     |     |     | 4    | 9            | 1            |     |     |     | 8    |
| Тема 2. Технологічність конструкції                                                               | 6               | 2            |     |     |     | 4    | 9            | 1            |     |     |     | 8    |
| Разом за змістовим модулем 1                                                                      | 12              | 4            |     |     |     | 8    | 18           | 2            |     |     |     | 16   |
| Змістовий модуль 2. Точність складання                                                            |                 |              |     |     |     |      |              |              |     |     |     |      |
| Тема 3. Розрахунки точності складальних розмірних ланцюгів.                                       | 16              | 2            |     |     |     | 14   | 21           | 1            | 4   |     |     | 16   |

[illegible]

|                                                                                                          |     |    |    |  |  |     |     |   |    |  |  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|--|--|-----|-----|---|----|--|--|-----|
| Тема 14. Види випробувань                                                                                | 10  | 4  |    |  |  | 8   | 11  | 1 |    |  |  | 10  |
| Тема 15. Серійні випробування. Короткочасні здаточні та контрольні. Довготривалі, місячні та квартальні. | 12  | 4  |    |  |  | 8   | 11  | 1 |    |  |  | 10  |
| Тема 16. Структура та обладнання випробувальних станцій                                                  | 12  | 4  |    |  |  | 8   | 10  |   |    |  |  | 10  |
| Разом за змістовим модулем 7                                                                             | 34  | 12 |    |  |  | 24  | 32  | 2 |    |  |  | 30  |
| Усього разом                                                                                             | 210 | 48 | 16 |  |  | 146 | 210 | 8 | 16 |  |  | 186 |

#### 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |              |
|-------|------------|-----------------|--------------|
|       |            | Денна форма     | Заочна форма |
| 1     |            |                 |              |
| 2     |            |                 |              |

#### 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми                            | Кількість годин |              |
|-------|---------------------------------------|-----------------|--------------|
|       |                                       | Денна форма     | Заочна форма |
| 1     | Складання редуктора                   | 4               | 4            |
| 2     | Складання задньої опори двигуна АІ-25 | 4               | 4            |
| 3     | Складання вузла обмежувачів АДТ-24    | 4               | 4            |
| 4     | Балансування роторів                  | 4               | 4            |
|       | <b>Разом</b>                          | 16              | 16           |

#### 7. Теми лабораторних занять

#### 8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми                                           | Кількість годин |              |
|-------|------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
|       |                                                      | Денна форма     | Заочна форма |
| 1     | Головні поняття та визначення тех. процесу складання | 4               | 8            |
| 2     | Технологічність конструкції (Тема 2)                 | 4               | 8            |
| 3     | Точність складання (Тема 3)                          | 14              | 16           |
| 4     | Методи які забезпечують задану точність (Тема 4)     | 22              | 22           |

|    |                                                                                           |            |            |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| 5  | Види технічного контролю (Тема 5)                                                         | 8          | 10         |
| 6  | Дисбаланс роторів (Тема 6)                                                                | 8          | 12         |
| 7  | Етапи проектування                                                                        | 8          | 12         |
| 8  | Техніко-економічна ефективність та документація технологічного процесу складання (Тема 8) | 8          | 12         |
| 9  | Різьбові з'єднання (Тема 9)                                                               | 10         | 12         |
| 10 | Зубчасті з'єднання. Підшипники (Тема 10)                                                  | 10         | 12         |
| 11 | Пресові та нероз'ємні з'єднання (Тема 11)                                                 | 10         | 12         |
| 12 | Складання компресорів та турбін (Тема 12)                                                 | 8          | 10         |
| 13 | Складання камер згоряння та загальне складання ГТД (Тема 13)                              | 8          | 10         |
| 14 | Види випробувань (Тема 14)                                                                | 8          | 10         |
| 15 | Серійні випробування. (Тема 15)                                                           | 8          | 10         |
| 16 | Структура та обладнання випробувальних станцій (Тема 16)                                  | 8          | 10         |
|    | <b>Разом.</b>                                                                             | <b>146</b> | <b>186</b> |

## 9. Індивідуальні завдання

1. Виконання розрахункової роботи на тему: «Методи досягнення заданої точності». Пряма – конструкторська задача.

2. Виконання розрахункової роботи на тему: «Методи досягнення заданої точності». Зворотня – технологічна задача.

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальних завдань і консультації, самостійна робота студентів.

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

| Складові навчальної роботи                         | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>модуль 1</b>                                    |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                  | 0...0,5                         | 12                         | 0...6                   |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 2...3                           | 2                          | 4...6                   |
| Модульний контроль                                 | 18...28                         | 1                          | 18...28                 |
| <b>модуль 2</b>                                    |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                                  | 0...0,5                         | 12                         | 0...6                   |
| Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт | 2...3                           | 2                          | 4...6                   |
| Модульний контроль                                 | 18...28                         | 1                          | 18...28                 |
| Виконання і захист РГР (РР, РК)                    | 8...10                          | 2                          | 16...20                 |

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента 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 ... двох запитань, наприклад: 1. Площинні розмірні ланцюги. 2. Статичне балансування.

Максимальне кількість балів за кожне питання - 50.

## 12.2. Якісні критерії оцінювання

В результаті засвоєння курсу студент повинен знати:

- Особливості технологічного процесу складання та випробування АД;
- Методи розрахунків точності замикаючої ланки;
- Основи забезпечення технологічності конструкції АД;
- послідовність етапів проектування технологічного процесу складання;
- методи досягнення заданої точності складальних параметрів;
- особливості складання головних пар вузлового та загального складання АД;

В результаті засвоєння курсу студент повинен вміти:

- критично оцінювати технологічність виробу у зв'язку з процесом складання;
- розраховувати очікувану точність складання;
- правильно вибирати методи, які забезпечують задану точність складальних параметрів;
- розробляти графічні схеми ТП складання.

## 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні заняття домашні завдання. Вміти самостійно оцінювати технологічність конструкції. Знати особливості технології складання та випробування АД. Знати послідовність проектування ТП складання. Вміти розробляти графічні схеми складання.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Вміти самостійно давати критичну оцінку технологічності. Розраховувати очікувану точність та вибирати ті методи складання, які забезпечують необхідну точність. Мати уявлення про складання вузлів та загального складання АД.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Знати шляхи підвищення технологічності, технічні та економічні принципи побудови тех. процесів складання. Вміти оцінювати техніко-економічну ефективність тех. процесів складання. Мати уявлення про сучасні передові методи складання АД, перспективи розвитку технології складання.

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 |

#### Методичне забезпечення:

1. Некрасов А.Д. Размерный анализ сборочных конструкций в авиадвигателестроении // Учеб. пособие/ А.Д.Некрасов. - Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского "ХАИ", 2012. - 41с.
2. Долматов А.И., Некрасов А.Д. Обеспечение заданной точности методом неполной взаимозаменяемости. // Метод. рекомендации по лаб. работе. - Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского "ХАИ", 2004. - 12 с.
3. Некрасов А.Д., Лесничий В.А. Сборка задней опоры двухконтурного двигателя. // Метод. рекомендации по лаб. работе. - Х.: "ХАИ", 1990. - 12 с.
4. Некрасов А.Д., Мунгиев А.М. Сборка узла ограничителя ГТД. // Метод. рекомендации по лаб. работе. - Х.: "ХАИ", 1994. - 10 с.
5. Глебов Т.И., Сотников В.Д. Сборка редуктора ТВД. // Метод. рекомендации по лаб. работе. - Х.: "ХАИ", 1981. - 12 с.

#### Основна література:

1. Богуслаев В.О., Качан О. Я., Долматов А.И., Кореневський Є.Я., Мозговий В.Ф., «Технологія виробництва авіаційних двигунів». М.Січ, Запоріжжя, Частина IV 2011 р. 328 с.
2. Курбатов В.П. Сборка авиационных двигателей и энергетических установок. Электронный курс лекций 2011 Самара.
3. Никитин А. И. Технология сборки двигателей летательных аппаратов М., Машиностроение, 1981 – 270 ст., - Б 84.
4. Гарькавый А.А. Сборка авиационных двигателей, М., Машиностроение, 1982 –188 ст., - Б 10.
5. Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов. М., Машиностроение, 1980, 532с.
6. Дунаев П. Ф. Размерные цепи. М., Машгиз, 1963, 308с.
7. Богуслаев В.А., Качан А.Я., Долматов А.И., Мозговой В.Ф., Кореневский Е.Я. Технология производства авиационных двигателей. Издание 2-е дополненное. ОАО «Мотор-Сич», Запорожье. 2007. 556с.
8. Базаров Б. М. Основы технологии машиностроения. М, 2005.
9. Захаров В.А. Пути достижения заданного качества при сборке ГТД. Мотор Сич Запорожье 1988 г. 150 ст.

#### Додаткова література:

1. Сборка и монтаж изделий в машиностроении. М., Машиностроение, Справочник в 2-х томах, - 726 ст.,- Б-6.
2. Справочник технолога – машиностроителя. Под ред. Косиловой А. Г., т. т. 1,2., 1975г. Б-100.

3. Государственный стандарт ГОСТ 16319-80 "Цепи размерные. Методы расчета плоских цепей". М.: Изд-во стандартов, 1980, 20с.
4. Маталин А.А. Технология машиностроения-М. Машиностроение, 1985, 510стр.
5. Богуслаев В.А., Муравченко Ф.М., Жеманюк П.Д., 2003 - Технологическое обеспечение эксплуатационных характеристик ГТД. В 2 т.

#### **14. Інформаційний ресурс**

Сайт кафедри: <http://k204.khai.edu/ru/>