

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний авіаційний університет  
Навчально-науковий Аерокосмічний інститут  
Механіко-енергетичний факультет  
Факультет літальних апаратів  
Кафедра машинознавства  
Кафедра технологій виробництва та відновлення авіаційної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. ректора

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2016 р.



Система менеджменту якості

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**„Конструювання машин і механізмів та основи**  
**взаємозамінності”**

Галузь знань: 13 Механічна інженерія  
Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка  
Спеціалізація: Літаки і вертольоти. Обладнання повітряних суден


Курс - 2 Семестр - 4

Аудиторні заняття - 85  
Самостійна робота - 125 Екзамен - 4 семестр  
Усього (годин/кредитів ECTS) - 210/7

Курсовий проект - 4 семестр

Індекс: НБ-1-134/16-2.1.13

**СМЯ НАУ НІ 07.02.03.-01-2016**  
**СМЯ НАУ НІ 07.02.02-01-2016**

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.02.03-01-2016 СМЯ НАУ НП 07.01.02-01-2016
		Стор.2 із 12	

Навчальна програма дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності” розроблена на основі освітньо-професійної програми та навчального плану № НБ-1-134/16 підготовки фахівців освітнього ступеня „Бакалавр” спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», спеціалізації «Літаки і вертольоти. Обладнання повітряних суден», кваліфікації 3115 – механік та відповідних нормативних документів.

Навчальну програму розробили:

доцент кафедри машинознавства	Г. Борозенець
старший викладач кафедри машинознавства	І.Семак
професор кафедри технологій виробництва та відновлення авіаційної техніки	Г. Зайвенко

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні кафедри машинознавства, протокол № від 2016 р.

Завідувач кафедри М. Кіндрачук

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні кафедри технологій виробництва та відновлення авіаційної техніки, протокол № від 2016 р.

Завідувач кафедри А.Кудрін

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні випускової кафедри гідрогазових систем, напряму 6.051101 „Авіа- та ракетобудування”, протокол № від 2016 р.

Завідувач випускової кафедри В. Бадах

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні випускової кафедри конструкції літальних апаратів, напряму 6.051101 „Авіа- та ракетобудування”, протокол № від 2016 р.

Завідувач випускової кафедри С. Ігнатович

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні науково-методично-редакційної ради навчально наукового Аерокосмічного інституту, протокол № від 2016р.


Голова НМРР В.Кравцов

Узгоджено Декан МЕФ _____ Н. Ладогубець „_____” _____ 2016 р.	Узгоджено Декан ФЛА _____ О. Сидоренко „_____” _____ 2016 р.	Узгоджено Директор НН АКІ _____ В. Шмаров „_____” _____ 2016 р.
--	---	--

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

**Контрольний примірник**

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.02.03-01-2016 СМЯ НАУ НП 07.01.02-01-2016
		Стор.3 із 12	

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчальна програма навчальної дисципліни «Конструювання машин та механізмів та основи взаємозамінності» розроблена на основі «Методичних вказівок до розроблення та оформлення навчальної та робочої навчальної програм дисциплін», введених в дію розпорядженням ректора від 16.06.2015 р. № 37/роз.

Дисципліна «Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності» завершує цикл загальноінженерних дисциплін, що поєднують теорію і методику інженерних розрахунків на міцність деталей та вузлів машин і забезпечують фундаментальну підготовку фахівців.

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів знань з основ розрахунку, проектування і конструювання типових деталей та вузлів загального призначення і авіаційної техніки, а також основних принципів взаємозамінності деталей і складальних одиниць в авіа- та ракетобудуванні.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- вивчення загальних принципів проектування і конструювання деталей і складальних одиниць загального та спеціального призначення, які зустрічаються в різних механізмах і машинах;

- побудова моделей і алгоритмів розрахунку типових виробів машинобудування із врахуванням їх головних критеріїв працездатності, що необхідні при створенні нового або модернізації і надійній експлуатації діючого обладнання галузі;

- вивчення методики взаємозамінності деталей та складальних одиниць при конструюванні та виготовленні і в процесі їх експлуатації;

- забезпечення взаємозамінності з використанням «Єдиної системи допусків та посадок» в машинобудуванні.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

- основні типи сучасних механічних передач, їх будову та конструкцію;
- принципи побудови механізмів і машин та особливості їх функціонування;


- методику вибору матеріалів і допустимих напружень;

- методику розрахунку на міцність типових деталей механічних передач машинобудування та авіаційної техніки;

- методику розрахунку та конструювання типових деталей обертального руху машинобудування та авіаційних механізмів;

- методику розрахунку на міцність розбірних та нерозбірних з'єднань деталей машинобудування та авіаційних механізмів;

- методику взаємозамінності деталей при конструюванні та їх виготовленні і в процесі експлуатації.

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.02.03-01-2016 СМЯ НАУ НП 07.01.02-01-2016
		Стор.4 із 12	

### Вміти:

- виконувати проектно-конструкторський розрахунок на міцність типових деталей та вузлів машин;
- розробляти раціональну схему механізму;
- розв'язувати окремі задачі проектування та конструювання деталей та вузлів за заданими початковими умовами;
- формувати технічне завдання на конструювання деталей і механізмів загального призначення;
- виконувати стадії розробки проектно-конструкторської документації та зміст окремих етапів проектування.

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається із трьох навчальних модулів. Окремим четвертим модулем є курсовий проект, який виконується в 4 семестрі.

Навчальний модуль № 1 «Основи взаємозамінності», навчальний модуль № 2 «Механічні передачі», навчальний модуль № 3 «Деталі обертального руху та з'єднання деталей», навчальний модуль № 4 «Курсовий проект», кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання та захист курсового проекту.

Навчальна дисципліна «Конструювання машин та механізмів та основи взаємозамінності» базується на знаннях таких дисциплін, як: «Вища математика», «Фізика», «Нарисна геометрія», «Теоретична механіка», «Теорія механізмів і машин», та є базою для вивчення таких дисциплін як: «Авіаційне матеріалознавство», «Термодинаміка та теплообмін», «Аерогідродинаміка», «Конструкція та міцність літальних апаратів», «Основи технології виробництва авіаційної техніки».

## 2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ


### 2.1. Модуль № 1 «Основи взаємозамінності та технічні вимірювання»;

**Тема: 2.1.1 Фізична сутність взаємозамінності та її значення в розвитку машинобудування.** Визначення поняття взаємозамінності. Взаємозамінність як напрямок забезпечення машин та механізмів при їх виготовленні.

**Тема: 2.1.2 Класифікація видів взаємозамінності.** Повна та неповна взаємозамінність. Зовнішня та внутрішня взаємозамінність. Функціональні взаємозамінності в конструкціях машин механізмів.

**Тема: 2.1.3. Взаємозамінність за основними робочими параметрами деталей.** Взаємозамінність за геометричними параметрами деталей. Взаємозамінність за фізико-механічними параметрами деталей.

**Тема: 2.1.4. Технічні засоби вимірювання в взаємозамінності деталей.** Класифікація технічних засобів вимірювання та їх призначення.

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.02.03-01-2016 СМЯ НАУ НП 07.01.02-01-2016
		Стор.5 із 12	

Спеціальне обладнання для визначення робочих параметрів деталей при взаємозамінності.

## **2.2. Модуль № 2 «Механічні передачі».**

### **Тема 2.2.1. Основні поняття та визначення з основ розрахунку, конструювання механізмів і машин.**

Основні сучасні напрями розвитку машинобудування та авіаційної техніки. Основні визначення. Основні критерії працездатності машин. Основні вимоги до матеріалів деталей і конструкцій.

### **Тема 2.2.2. Основи конструювання.**

Поняття про проектування і конструювання. Задачі конструювання. Стадії конструювання машин. Види і комплектність конструкторських документів. Основні поняття про оптимальне проектування. Поняття про автоматизована проектування.

### **Тема 2.2.3. Загальні відомості про передачі.**

Призначення передач та їх класифікація. Основні кінематичні та силові співвідношення в передачах. Використання механічних передач в авіаційній техніці.

### **Тема 2.2.4. Фрикційні передачі.**

Загальні відомості, класифікація, конструкції та принцип дії. Розрахунок циліндричних фрикційних передач на міцність. Фрикційні передачі в машинобудуванні.

### **Тема 2.2.5. Основні поняття про зубчасті передачі.**

Загальні відомості. Види зубчастих передач. Матеріали зубчастих коліс та види їх термічної обробки. Розрахункове навантаження. Види руйнування зубів та критерії працездатності зубчастих передач. Допустимі напруження.

### **Тема 2.2.6 Циліндричні прямозубі передачі.**


Загальні відомості. Геометричні параметри циліндричних зубчастих передач. Сили в зачепленні прямозубої передачі. Розрахунок на витривалість за контактними та згинальними напруженнями.

### **Тема 2.2.7 Циліндричні косозубі передачі.**

Загальні відомості. Основні геометричні параметри. Сили в зачепленні. Еквівалентне колесо. Розрахунок за контактними та згинальними напруженнями. Шевронні циліндричні передачі.

### **Тема 2.2.8. Конічні зубчасті передачі.**

Загальні відомості. Геометричні параметри конічних зубчастих коліс. Сили в зачепленні. Розрахунок за контактними та згинальними напруженнями.

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.02.03-01-2016 СМЯ НАУ НП 07.01.02-01-2016
		Стор.6 із 12	

### **Тема 2.2.9. Планетарні зубчасті передачі.**

Загальні відомості, передаточне відношення, галузь застосування та різновидності планетарних передач. Сили в зачепленні. Розрахунок на міцність планетарних передач.

### **Тема 2.2.10. Черв'ячні передачі.**

Загальні відомості. Класифікація черв'ячних передач. Основні геометричні співвідношення в черв'ячних передачах. Матеріали черв'ячної пари, види руйнування та допустимі напруження. Швидкість ковзання в черв'ячному зачепленні та коефіцієнт корисної дії передачі. Сили в зачепленні. Розрахунок черв'ячних передач на міцність. Тепловий розрахунок черв'ячних передач. Застосування черв'ячних передач в авіаційній техніці.

### **Тема 2.2.11. Хвильові зубчасті передачі**

Загальні відомості. Основні конструктивні елементи хвильових передач. Типи генераторів хвиль. Матеріали передач. Передаточне число хвильових передач. Розрахунок хвильових передач. Використання хвильових передач в машинобудуванні.

### **Тема 2.2.12. Пасові передачі.**

Загальні відомості. Геометричні співвідношення та сили в передачі. Напруження в пасах. Ковзання, передаточне відношення і коефіцієнт корисної дії передачі. Тягова здатність пасових передач. Довговічність паса. Способи натягання пасів. Розрахунок клинопасових та зубчастопасових передач.

### **Тема 2.2.13. Ланцюгові передачі.**

Загальні відомості. Основні геометричні параметри та кінематика передачі. Приводні ланцюги та зірочки. Критерії працездатності та розрахунок ланцюгових передач.

### **Тема 2.2.14. Передача гвинт-гайка.**

Загальні відомості, конструкція та класифікація. Галузь застосування передач. Конструювання та розрахунок передач гвинт-гайка з тертям кочення та ковзання. Передачі гвинт-гайка у механізмах авіаційної техніки та у технологічному устаткуванні.

## **2.3. Модуль № 3. «Деталі обертального руху та з'єднання деталей».**


### **Тема 2.3.1. Вали та осі.**

Призначення та характер роботи. Конструкції валів та осей. Матеріали для виготовлення валів. Проектний та перевірний розрахунки валів. Особливості конструювання валів редукторів та авіаційних механізмів.

### **Тема 2.3.2. Підшипники кочення.**

Загальні відомості. Класифікація, маркування і класи точності підшипників кочення. Основні типи підшипників кочення. Вибір підшипників за динамічною та статичною вантажопідйомністю. Особливості



	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.02.03-01-2016 СМЯ НАУ НП 07.01.02-01-2016
		Стор.7 із 12	

конструювання опорних вузлів авіаційних редукторів з підшипниками кочення.

### **Тема 2.3.3. Підшипники ковзання.**

Загальні відомості. Конструкції підшипників та галузь використання. Матеріали підшипників. Підшипники з граничним та рідинним тертям. Основи розрахунку підшипників. Використання підшипників ковзання в опорних вузлах механізмів авіаційної техніки.

### **Тема 2.3.4. Муфти.**

Загальні відомості про муфти. Некеровані, керовані та самокеровані муфти. Додаткові сили від муфт на елементи конструкції. Підбір муфт. Перевірні розрахунки елементів муфт.

### **Тема 2.3.5. Різьбові з'єднання.**

Загальні відомості. Геометричні параметри різьби. Основні типи різьб і їх стандартизація. Силкові співвідношення в різьбових з'єднаннях. Елементи теорії гвинтової пари. Умова самогальмування, ККД гвинтової пари. Основні кріпильні елементи. Розрахунки різьбових з'єднань: навантажених тільки осьовою силою; навантажених осьовою силою та моментом затяжки; навантажених силами зсуву в площині стику. Розрахунок групових болтових з'єднань. Конструювання різьбових з'єднань в авіаційних механізмах. Класи міцності та матеріали різьбових деталей.

### **Тема 2.3.6. Шпонкові та шліцьові з'єднання.**

Загальні відомості. Основні типи шпонкових з'єднань. Добирання шпонок і перевірний розрахунок з'єднань.

Шліцьові з'єднання. Призначення, типи та галузь використання. Перевірний розрахунок на міцність. Використання шліцьових з'єднань в вузлах авіаційної техніки.

### **Тема 2.3.7. Заклепкові з'єднання.**


Загальні відомості. Типи заклепок та заклепкових швів. Матеріали заклепок. Розрахунок заклепкових з'єднань. Особливості роботи заклепкових з'єднань в авіаційних конструкціях.

### **Тема 2.3.8. Зварні з'єднання.**

Загальні відомості та галузь їх використання. Типи зварних швів. Розрахунок зварних з'єднань навантажених силою та моментом. Конструювання зварних з'єднань в машинобудуванні і авіаційних конструкціях.

## **2.4. Модуль № 4 „Курсовий проект”.**

Курсовий проект (КП) з дисципліни виконується в четвертому семестрі, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь з основ розрахунку та конструювання механічних передач та приводів авіаційних механізмів.

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни „Конструювання машин і механізмів та основи взаємозамінності”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 07.02.03-01-2016 СМЯ НАУ НП 07.01.02-01-2016
		Стор.8 із 12	

Виконання КП є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту майбутнього фахівця з конструювання авіаційної техніки.

Метою курсового проекту є виконання кінематичного та силового розрахунку механічних передач редукторів, підбір підшипників та перевірка їх на довговічність, підбір шпонок та перевірка їх на міцність, вибір мащення зубчастих передач та підшипників, виконання графічної частини та оформлення розрахунково-пояснювальної записки до курсового проекту згідно із ЕСКД.

### **3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ**

#### **3.1. Основні рекомендовані джерела**

3.1.1. *Кирилюк Ю.С., Якимчук Г.К, Бугай Ю.М.* Взаємозамінність стандартизація та технічні вимірювання. – К: КМУЦА. 1997.

3.1.2. *А.П. Кудрін, М.С. Кулик, Г.М. Зайвенко, Л.Г. Волянська, В.В. Панін.* Технологія літакобудування. Ч. I. Типові технологічні процеси виготовлення деталей літальних апаратів. – К: «НАУ - друк». Підручник. 2009. 265 с.

3.1.3. *Кудрін А.П., Лубяний В.В., Хишко В.Д.* «Взаємозамінність та технічні вимірювання». – К.: Астра-Пол, 2005.

3.1.4. *Гриценко І.А., Кудрін А.П., Мамлюк О.В., Зайвенко Г.М., Пішта О.І.* Системи автоматизованого проектування в літакобудуванні. Навчальний посібник. – К.: НАУ. 2016. – 122с.

3.1.5. *Павлище В.Т.* Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища шк., 1993. – 556 с.

3.1.6. *Павлов В.М., Крижановський А.С., Борозенець Г.М.* та ін. Деталі машин. Конспект лекцій. – К.: НАУ, 2008. – 164 с.

3.1.7. *Борозенець Г.М., Павлов В.М., Голубничій О.В.* та ін. Прикладна механіка та основи конструювання: навч. посіб. К.: НАУ, 2015. – 356 с.

3.1.8. *Павлов В.М., Борозенець Г.М., Семак І.В.* Конструювання машин та механізмів: методичні рекомендації і завдання до курсового проекту – К.: НАУ, 2015. – 96 с.

3.1.9. *Киркач Н.Ф., Баласянян Р.А.* Расчет и проектирование деталей машин. Часть II. – Харьков, «Выща школа», 1988. – 142 с.

3.1.10. *Чернавский С.А., Ицкович Г.М., Боков К.Н.* и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение 1987. – 416 с.

#### **3.2. Додаткові рекомендовані джерела**

3.2.1. *Кудрін А.П., Зайвенко Г.М., Волосович Г.А., Хишко В.Д.* Ремонт повітряних суден і авіадвигунів. Підручник. 2003. – К: НАУ 2002.

3.2.2. *Чернілевський В.Д., Павленко В.С., Любін М.В.* Технічна механіка. Кн. 4. Деталі машин, К.: НМК ВО, 1992. – 360 с.

3.2.3. *Цехнович Л.И., Петриченко И.П.* Атлас конструкции редукторов.- К.: „Вища школа”, 1990. – 151 с.

3.2.4. *Баласянян Р.А.* Атлас деталей машин. – Х.: Основа, 1996. – 256 с.







Система менеджменту якості.  
Навчальна програма  
навчальної дисципліни  
„Конструювання машин і  
механізмів та основи  
взаємозамінності”

Шифр  
документа

СМЯ НАУ  
НП 07.02.03-01-2016  
СМЯ НАУ  
НП 07.01.02-01-2016

Стор.10 із 12

**(Ф 03.02 – 04)**

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

**(Ф 03.02 – 03)**

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

**(Ф 03.02 – 32)**

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				