



# РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ АВІАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Динаміка і міцність машин</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1-й курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредитів (лекції – 36 год.; лабораторні заняття – 36 год.; самостійна робота – 78 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/модульна контрольна робота/РГР</i>
Розклад занять	<i><a href="https://schedule.kpi.ua/?groupId=643f5371-98b5-4620-95aa-b0cb0062550e">https://schedule.kpi.ua/?groupId=643f5371-98b5-4620-95aa-b0cb0062550e</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Коваль Віктор Вікторович, <a href="mailto:mdpm@ukr.net">mdpm@ukr.net</a> Лабораторні: к.т.н., доцент, Коваль Віктор Вікторович, <a href="mailto:mdpm@ukr.net">mdpm@ukr.net</a>.</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна вивчає: загальна будова літаків транспортної категорії та підходи, що дозволяють вирішувати загальні задачі щодо типового розрахунку окремих елементів авіаційних конструкцій з застосуванням базових методик, прийнятих у авіабудівній сфері. Вивчення дисципліни дає змогу ознайомитися з загальними методами розрахунку та проектування літаків транспортної категорії, дізнатися про вимоги, щодо процедури їх сертифікації, побачити основні відмінності між вітчизняними та іноземними підходами, щодо розрахунків на міцність та довговічність. За результатами вивчення дисципліни студенти мають змогу навчитися проводити типові розрахунки авіаційних елементів та вузлів на міцність та довговічність з використанням сучасних розрахункових методик, ознайомитися з основами аеропружності, призначенням основних елементів літака, вміти вірно оцінювати та комбінувати розрахункові випадки з точки зору їх небезпечності..

Курс “Розрахунок міцності авіаційних конструкцій” складається із лекційних та лабораторних занять, що дозволяє студентам оволодіти практичними навичками розрахунку типових елементів та вузлів конструкцій, що використовуються в авіабудівній галузі. Заключним етапом вивчення даного курсу являється складання екзамену.

*Метою навчальної дисципліни, є набуття студентами знань стосовно конструкції літака, призначення його основних елементів, конструктивно-силових схем, що застосовуються в авіабудуванні та інженерних підходів щодо розрахунку елементів та вузлів літака на міцність, стійкість, довговічність, здобуття навичок проведення практичних розрахунків на міцність з урахуванням останніх досягнень та вимог у авіабудівній сфері. Після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:*

### **Знання**

- загальної будови літака
- функціональних систем, що забезпечують безпечний політ літака
- особливостей будови конструктивно-силових схем фюзеляжа та крила літака
- зусиль, що діють на літак за різних режимів його експлуатації
- інженерних методів розрахунку типових елементів та з'єднань

### **Уміння**

- застосовувати загальні інженерні методи розрахунків при оцінці міцності реальних конструкцій
- вибрати обґрунтований підхід щодо розрахунку елемента авіаційної конструкції з урахуванням режимів навантаження.
- обґрунтовувати та застосовувати відповідні редуційні коефіцієнти та коригувальні функції в залежності від типу елемента конструкцій та особливостей його навантаження.
- використовувати в роботі електронні посібники, вітчизняну та іноземну технічну літературу

### **Навички**

- розв'язання інженерних задач оцінки міцності найбільш поширених елементів авіаційних конструкцій
- розв'язання задач перевірки на міцність з'єднань та стиків
- розв'язання задач перевірки на стійкість елементів конструкцій з урахуванням різної форми втрати стійкості
- роботи з конструкторською та технологічною документацією.

### **Програмні компетентності**

1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми
2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
3. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.
4. Здатність створювати розрахункові моделі елементів конструкцій та вузлів виходячи з їх умов експлуатації з урахуванням браку даних
5. Здатність поставити задачу і визначити оптимальні шляхи вирішення проблеми засобами, прикладної механіки та суміжних предметних галузей.
6. Здатність оптимізувати конструкцію виходячи з техніко-економічних, експлуатаційних та технологічних вимог за параметрами міцності та надійності.

### **Програмні результати навчання**

1. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення

2. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань
3. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію
4. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах
5. Обґрунтовано визначати вихідні дані для розробки технічних рішень, застосовувати стандартні методики розрахунків при проектуванні елементів машинобудівних конструкцій

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Наявність освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю 131 Прикладна механіка або суміжними спеціальностями, який включає дисципліни Вища математика, Теоретична механіка, Механіка матеріалів і конструкцій, Будівельна механіка стрижневих систем

Знання, здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни, можуть бути використані в подальшому при виконанні магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Тема 1.** Базові засади створення літаків транспортної категорії. Міжнародні та вітчизняні вимоги.

**Тема 2.** Функціональні системи літака. Базові поняття про аеродинаміку польоту. Система сил, що діють на літак в польоті.

**Тема 3.** Фюзеляж. Оперення.

**Тема 4.** Крило.

**Тема 5.** Механізація крила.

**Тема 6.** Силові установки літака.

**Тема 7.** Шасі.

**Тема 8.** Жорсткість конструкції літака в польоті.

**Тема 9.** Стійкість та керованість літака.

**Тема 10.** Авіаційні конструкційні матеріали.

**Тема 11.** Елементи кріплення, що використовуються в авіабудуванні.

**Тема 12.** Основні розрахункові випадки.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література**

1. Бойко А.П. та ін. Конструкція літальних апаратів, ред. Ю. М. Терещенко. - К. : Вища освіта, 2001. - 282 с.
2. Авіаційні правила України. Частина 25. Норми льотної придатності літаків транспортної категорії, редакція 3.– 268 с.
3. Житомирский Г.И. Конструкция самолётов. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1995. – 416 с.
4. M.C.Niu Airframe stress analysis and sizing Hong Kong Connilit Press Ltd., 1997. – 795 p.
5. MSC PATRAN в инженерных задачах. Учебное пособие/ Б.О. Яхно, М.Н. Гладский – К:НТУУ «КПИ», 2015 – 128 с.

## Додаткова література

1. Шульженко М.В. Конструкция самолётов, Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.
2. M.C.Niu Airframe Structural Design (2nd Edition) Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999. – 615 p.
4. Зайцев В.Н., Рудаков В.Л. Конструкция и прочность самолетов. – Киев: Вища школа, 1978. – 488 с.
3. Кан С.Н. Свердлов И.А. Расчет самолета на прочность. – М.: Машиностроение, 1966. — 520 с.
4. Стригунов В.М. Расчет самолета на прочность. – М: Машиностроение, 1984. – 376 с.
5. E.F. Bruhn Analysis and design of flight vehicle structures, 1973.
6. Одинокоев Ю.Г. Расчет самолета на прочность. Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1973.– 392 с.
7. Авіаційні правила України. Частина 21. Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника, АПУ-21 (Part21).– 129 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Лекція 1.** Типи літаків та їх призначення. Рівняння балансу мас літака. Аеродинамічні сили. Аеродинамічний принцип польоту. Швидкісний напір, підйомна сила, сила опору. Кут атаки, Аеродинамічна якість, сила тертя потоку повітря.
- Лекція 2.** Характеристики міцності конструкцій літаків. Навантаження. Класи літаків. Завдання навантажень через максимальне експлуатаційне перевантаження. Коефіцієнт безпеки. Випробування літаків.
- Лекція 3.** Стійка та нестійка рівновага літака. Перерозподіл зусиль.
- Лекція 4.** Призначення та форми фюзеляжу. Параметри, характеристики та вимоги. Конструктивно-силові схеми фюзеляжу.
- Лекція 5.** Навантаження на фюзеляж. Побудова епюр поперечних сил та крутних моментів, що діють на фюзеляж. Послідовна передача навантажень, елементами конструкції фюзеляжу.
- Лекція 6.** Геометричні характеристики крила. Геометричні характеристики профіля крила. Конструктивно-силові схеми. Центроплан.
- Лекція 7.** Основні компоненти силового набору крила, їх призначення та перерозподіл зусиль. Навантаження на крило.
- Лекція 8.** Конструкція та вимоги до механізації крила. Щитки, закрилки, предкрилки, інтерцептори. Компонувальні схеми оперення. Призначення та робота. Кіль. Стабілізатор.
- Лекція 9.** Схеми сил, що діють на літак при різному розташуванні горизонтального оперення. Конструктивно-силові схеми оперення та його компоненти. Вагове балансування.
- Лекція 10.** Призначення, конструкція та вимоги до шасі літака. Схеми шасі. Амортизатори. Схеми підвісок коліс до стійок шасі.
- Лекція 11.** Види панелей, що застосовуються в літакобудуванні. Сотові панелі та сотові наповнювачі.
- Лекція 12.** Варіанти компонування двигунів на літаку, типи двигунів, схеми їх розташування та кріплення. Допоміжні силові установки. Реверс тяги.
- Лекція 13.** Поняття про явище статичної аеропружності. Коливання крила та оперення. Вплив деформації частин конструкції літака на ефективність елеронів та оперення.
- Лекція 14.** Дивергенція. Флатер крила та хвостового оперення. Вимушені коливання частин літака.
- Лекція 15.** Рознімні з'єднання. Рухомі, малорухомі, нерухомі. Заклепкові з'єднання. Основні параметри та типи заклепок. Болти, гвинти, контровка. Кріплення з натягом, тарувальна зтяжка.

**Лекція 16.** Основні характеристики авіаційних матеріалів, сфери їх застосування. Характеристики сплавів та напівфабрикатів

**Лекція 17.** Перевантаження, експлуатаційне, розрахункове та руйнівне навантаження. Особливості розрахунку. Редукційні коефіцієнти.

**Лекція 18.** Сучасні технології будівництва літаків.

### Лабораторні заняття

**Практичне заняття №1.** Основи побудови розрахункової схеми. Перехід від реальної конструкції до розрахункової схеми. Типові розрахункові схеми. Норми міцності.

**Практичне заняття №2.** Геометричні характеристики плоских перерізів. Основні типи перерізів, що використовуються в авіації.

**Практичне заняття №3.** Механічні властивості, бази, апроксимація діаграми деформування основних авіаційних матеріалів.

**Практичне заняття №4.** Розрахунок плоских та просторових стрижневих систем.

**Практичне заняття №5.** Розрахунок лонжеронів на міцність. Стійкість стінок лонжеронів.

**Практичне заняття №6.** Розрахунок нервюр на міцність.

**Практичне заняття №7.** Розрахунок елементів з'єднань: нероз'ємні та роз'ємні з'єднання.

**Практичне заняття №8.** Розрахунок на міцність групових кріплень.

**Практичне заняття №9.** Розрахунок на міцність кронштейнів та провущин

**Практичне заняття № 10.** Вплив пластичної деформації на несучу здатність елемента.

**Практичне заняття № 11.** Статично-невизначні розрахункові схеми

**Практичне заняття № 12.** Підкріплені оболонки. Розрахунок стрінгерів, шпангоутів, обшивки.

**Практичне заняття № 13.** Розрахунок елемента конструкції з урахуванням вирізів та люків.

**Практичне заняття № 14.** Втрата стійкості несучих елементів. Різні види втрати стійкості.

**Практичне заняття № 15.** Врахування впливу приєднаної обшивки на стійкість стрингера. Стійкість авіаційних панелей.

**Практичне заняття № 16.** Оцінка довговічності елементів авіаційних конструкцій. Лінійний закон накопичення пошкоджень

**Практичне заняття № 17.** Розрахунки з урахуванням принципу Fail safe

**Практичне заняття № 18.** Основні елементи розрахунку композиційних панелей.

### 6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Проектування та розрахунок на міцність стика обшивки літака <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	10
2	Проектування та розрахунок на міцність провущини <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	16
3	Проектування та розрахунок кріплення в зоні опор балки за різних випадків вибору розрахункової схеми <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4

4	Розрахунок на міцність типового профіля крила <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	6
5	Розрахунок на міцність просторової ферми <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
6	Розрахунок на міцність лонжерона <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	10
7	Розрахунок на стійкість стрингера з урахуванням різних видів втрати стійкості <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	6
8	Розрахунок на міцність типового елемента з урахуванням виникнення пластичної деформації <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	6
9	Оцінка довговічності елемента конструкції <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
10	Загальні вимоги щодо проектування літаків транспортної категорії <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4
11	Призначення та робота механізації крила <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4
12	Авіаційні панелі. Матеріали, призначення, розрахунок <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	2
13	Основні види навантажень, що діють на літак. Розрахункові випадки. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	2

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Правила відвідування занять

Відвідування всіх видів навчальних занять з дисципліни є для студентів бажаним, оскільки дозволяє більш детально ознайомитися з навчальним матеріалом та отримати консультації і роз'яснення за його змістом.

Контроль присутності студентів на заняттях здійснюється викладачем наприкінці заняття. Матеріали пропущених занять мають бути відпрацьованими самостійно.

## **Правила поведінки на заняттях**

Студенти на заняття мають з'являтися своєчасно, без запізень.

На лекційних заняттях студенти повинні мати конспекти. Під час проведення лекційних занять та на практичних заняттях не допускаються сторонні розмови, користування комп'ютерами, смартфонами, мобільними телефонами без дозволу викладача.

## **Правила оцінювання лабораторних робіт**

Контроль засвоєння матеріалу лабораторних робіт здійснюється шляхом оцінювання виконання студентами розрахунково-графічної роботи (див. п.8)

## **Правила призначення заохочувальних та штрафних балів**

Ці правила відображені в рейтинговій системі оцінювання (див. п. 8)

## **Політика дедлайнів та перескладань**

Завдання розрахунково-графічної роботи мають бути повністю виконані до дати проведення останнього практичного заняття включно. Виконання всіх завдань РГР є обов'язковим для допуску до екзамену з дисципліни. Оцінювання ступені та якості виконання завдання відбувається відповідно до вимог п.8.

## **Політика щодо академічної доброчесності**

В процесі вивчення дисципліни студенти виконують завдання з розрахунково-графічної роботи та індивідуальні завдання. При цьому студенти і викладачі на взаємній основі керуються принципами академічної доброчесності стосовно неприпустимості плагіату, фальсифікації результатів роботи, корупційних проявів тощо. У разі виявлення плагіату або фальсифікації результатів роботи під час виконання студентом завдань бали за це завдання автоматично анулюються.

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

Протягом семестру виконуються такі види контролю успішності студентів у вивченні дисципліни:

- **Поточний контроль.** Включає оцінювання виконання завдань з розрахунково-графічної роботи
- **Календарний контроль.** Проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- **Семестровий контроль.** Екзамен.

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

- 1) виконання завдань з розрахунково-графічної роботи;
- 2) написання підсумкової контрольної роботи;
- 3) штрафних та заохочувальних балів.

### **8.1. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання**

#### **8.1.1. Виконання завдань розрахунково-графічної роботи**

Оцінювання якості виконання завдань розрахунково-графічної роботи та ступені опанування теоретичного матеріалу, необхідного для виконання цих завдань, здійснюється шляхом аналізу правильності виконання розрахунків та опитування по тематиці виконаних завдань. Вагові бали за завдання та теоретичні питання наведені у таблиці.

*Вагові бали за виконання завдань РГР та відповіді на теоретичні питання*

<i>Номер завдання РГР</i>	<i>Максимальний бал за практичну частину</i>	<i>Максимальна кількість теоретичних питань по тематиці завдання РГР</i>	<i>Максимальний бал за одне питання</i>
1 (розрахунок типового з'єднання в зоні стику обшивки)	21	4	2,5
2 (розрахунок провущини)	21	4	2,5
3 (розрахунок групових кріплень)	11	2	2
4 (розрахунок багатосекційного перерізу крила літака)	7	2	1,5

Кількість теоретичних питань по кожному завданню РГР, за бажанням студента, може бути меншою за максимальну, проте максимальний ваговий бал кожного питання залишається без змін.

Величина коригувального коефіцієнта  $K_{\text{ргр}}$ , що враховує якість виконання завдань та точність відповідей на питання наведена у таблиці нижче.

*Критерії оцінювання якості виконання завдання РГР:*

<i>Критерій</i>	<i>Коригувальний коефіцієнт <math>K_{\text{ргр}}</math></i>
завдання виконано повністю вірно/вірна та повна відповідь на питання	1
завдання виконано з незначними неточностями/відповідь містить деякі неточності або несуттєві помилки (механічна помилка, невірно відображений результат арифметичної дії, необгрунтовано консервативний розрахунок, тощо)	0,85-0,95
завдання виконано зі значними помилками/відповідь неповна (помилка в розмірності, невірно використані довідкові коефіцієнти або параметри, суть питання розкрита поверхнево та у загальних рисах, тощо)	0,75-0,84
завдання виконано, проте використаний невірний підхід/відповідь на питання лише частково торкається суті питання	0,6-0,74
завдання не виконано	0

### **8.1.2. Підсумкова контрольна робота**

Підсумкова контрольна робота виконується на останньому практичному занятті та містить 12 теоретичних запитань за матеріалами курсу 11 з яких є тестовими питаннями, що передбачають можливість вибору студентом відповіді на питання з запропонованих варіантів, та одного запитання для самостійної відповіді. Час виконання підсумкової контрольної роботи становить 15 хвилин. У разі здачі студентом роботи пізніше ніж за 15 хвилин від початку її виконання бали за підсумкову контрольну роботу не виставляються. Перездача підсумкової контрольної роботи з метою підвищення балів не передбачена.

Максимальна кількість балів за кожне тестове питання становить 1 бал, за запитання для самостійної відповіді – 2 бали.

Величина коригувального коефіцієнта  $K_{\text{кр}}$ , що враховує точність відповідей на питання наведена у таблиці нижче.



Критерії оцінювання правильності відповідей на питання контрольної роботи:

Критерій	Питання 1-11	Питання 12
	Коригувальний коефіцієнт $K_{кр}$	
Вірна відповідь на питання	1	1
Відповідь містить деякі неточності або несуттєві помилки	-	0,9
Відповідь неповна, відсутні основні або базові моменти, що стосуються суті питання	-	0,75
Відповідь на питання лише частково торкається суті питання	-	0,5
Невірна відповідь на питання	0	0

### 8.1.3. Заохочувальні бали нараховуються за:

Участь в розробці нових завдань з лабораторних робіт, допомозі у підготовці наочного лекційного матеріалу, допомозі у створенні електронного методичного матеріалу (за умови виконання навчальної програми з дисципліни) - від +1 до +10 балів.

### 8.2. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума набраних рейтингових балів може бути розрахована як:

$$R = \sum_{1}^{4} (PGR_i \times K_{PGR_i}) + \sum_{1}^{12} (TRGR_i \times K_{TRGR_i}) + \sum_{1}^{12} (KR_i \times K_{KR_i}) + ЗБ$$

Де  $PGR_i$  – бали, набрані за виконання практичної частини  $i$ -го завдання розрахунковографічної роботи;  $TRGR_i$  – бали, набрані за відповіді на теоретичні питання за тематикою завдань розрахунковографічної роботи;

$KR_i$  – бали, набрані за відповіді на питання підсумкової контрольної роботи; сума

балів, набраних за відповіді на питання підсумкової контрольної роботи;

$K_{PGR}$ ,  $K_{KR}$  – відповідні коригувальні коефіцієнти;

ЗБ – сума заохочувальних балів.

### 8.3. Атестації

Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 50% з усіх можливих балів за виконанні завдання з початку навчального семестру і до моменту проведення атестації. Умовою позитивної другої атестації є отримання не менше 50% з усіх можливих балів за виконанні завдання за інтервал від першої атестації і до моменту проведення другої атестації.

### 8.4. Критерії оцінювання:

Набрані протягом навчального семестру бали переводяться до залікової оцінки згідно таблиці:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно

64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Невиконані всі завдання РГР, кількість набраних балів за завдання РГР менша за 30	Не допущено

Студенти, які виконали всі умови допуску до екзамену та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. У разі, якщо кількість набраних балів складає менше 60 або студент бажає отримати вищу оцінку за отриману залікову оцінку «Достатньо» або «Задовільно» – виконується залікова робота. При цьому всі набрані бали протягом семестру анулюються і кількість рейтингових балів стає рівною 0. Залікова робота складається з двох теоретичних питань та двох практичних завдань.

Кожне теоретичне питання максимально оцінюється в 20 балів за наступними критеріями:

- повна відповідь на запитання – 20 балів;
- відповідь, що містить незначні неточності – 15-19 балів;
- неповна відповідь – 12-14 балів;
- відповідь відсутня, містить значні неточності – 0-12 балів.

Кожне практичне завдання оцінюється максимально в 30 балів з урахуванням співбесіди з викладачем за наступними критеріями:

- повністю правильно виконане завдання – 30 балів;
- завдання виконане з незначними помилками – 23-29 балів;
- завдання виконане зі значними помилками – 18-23 бали;
- завдання не виконане або містить лише кілька виконаних вірних кроків – 0-18 балів.

У разі, якщо студент бажає отримати вищу оцінку за отриману залікову оцінку «Добре» або «Дуже добре» – проводиться залікова співбесіда з викладачем за матеріалами пройденого курсу, що складається з 5 додаткових базових питань або базових завдань. За результатами співбесіди до рейтингу студента можуть бути додані додаткові бали за кожен вірну відповідь на запитання/кожен вірно виконане завдання. При цьому максимальна кількість балів, що може бути отримана за одне запитання/завдання складає:

$$ЗР = \frac{100 - R}{5}$$

Кожне питання/завдання оцінюється за наступними критеріями:

- повна відповідь на запитання – ЗР балів;
- відповідь, що містить незначні неточності – 0,75\*ЗР...0,95\*ЗР балів;
- неповна відповідь – 0,65\*ЗР...0,75\*ЗР балів;
- відповідь відсутня, містить значні неточності – 0...0,6\*ЗР балів.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### ТИПОВІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ АВІАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ», ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

- 1) Основні вимоги щодо проектування літаків. Поняття сертифікаційного базису.
- 2) Загальна компоновка планера літака. Основні системи літака та їх призначення.
- 3) Сили, що діють на літак в польоті та на землі. Аеродинамічні схеми літака.
- 4) Передні та задні центровка літака. Особливості керування.
- 5) Перевантаження, що діють на літак. Експлуатаційні режими.
- 6) Основні розрахункові випадки.
- 7) Вітчизняні конструкційні матеріали в авіабудуванні. Застосування.
- 8) Іноземні конструкційні авіаційні матеріали. Класифікація, маркування, особливості застосування. Базис.
- 9) Конструктивно-силові схеми фюзеляжа.
- 10) Силовий набір фюзеляжа. Технологія виготовлення елементів силового набору та її вплив на їх застосування.
- 11) Поздовжній та поперечний стики обшивки. Передача зусиль по силовому набору. 12) Призначення кніц, компенсаторів. Fail-safe chord.
- 13) Механізація крила літака. Призначення її елементів.
- 14) Силовий набір крила літака. Конструктивно-силові схеми. Центроплан 15) Сили, що діють на крило. Характерні точки перерізу крила. Хвильова криза.
- 16) Передача зусиль від крила на фюзеляж для різних конструктивно-силових схем.
- 17) Робота механізації крила на різних стадіях польоту літака.
- 18) Кіль, стабілізатори, вінглети. Призначення, передача зусиль.
- 19) Основні вимоги щодо жорсткості конструкції літака. Дивергенція. Крутильно-згинальний флаттер.
- 20) Основні вимоги щодо жорсткості конструкції літака. Згинально-елеронний флаттер. Реверс органів керування.
- 21) Основні вимоги щодо жорсткості конструкції літака. Бафтинг. Шиммі.
- 22) Стійкість та керованість. Поняття шарнірного моменту.
- 23) Повітряний гвинт. Пропеллер. Імпеллер. Переваги та недоліки застосування.
- 24) Основні типи авіадвигунів. Турбореактивний двигун. Принцип роботи, переваги та недоліки.
- 25) Основні типи авіадвигунів. Турбовентиляторний двигун. Принцип роботи, переваги та недоліки.
- 26) Основні типи авіадвигунів. Турбогвинтовентиляторний двигун. Принцип роботи, переваги та недоліки.
- 27) Допоміжна силова установка літака. Реверс.
- 28) Вхідні пристрої дозвукового авіаційного двигуна. Помпаж
- 29) Типові схеми шасі. Шасі з хвостовою опорою. Переваги та недоліки.
- 30) Типові схеми шасі. Шасі з передньою опорою. Переваги та недоліки.
- 31) Типові схеми шасі. Велосипедна схема. Переваги та недоліки.
- 32) Аквапланування. Причини виникнення.
- 33) Вітчизняні елементи кріплення, що застосовуються в авіабудуванні
- 34) Іноземні елементи кріплення, що застосовуються в авіабудуванні

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Склав** доцент кафедри ДММ та ОМ, к.т.н. **Коваль В.В.**

**Ухвалено:** кафедрою ДММ та ОМ (протокол № 14 від 12 грудня 2023 р.)

**Погоджено:** Методичною комісією НН ММІ (протокол № 4 від 22 грудня 2023 р.)