



# 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>120 годин / 4 кредити (лекції – 36 год.; лабораторні заняття – 36 год.; самостійна робота – 48 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i><a href="https://kpi.ua/#rozkladModal">https://kpi.ua/#rozkladModal</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>
Розміщення курсу	

### 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 заліку.

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.

### **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

Курс “Проектування та розрахунок елементів авіаційних конструкцій” базується на знаннях одержаних при вивченні таких курсів, як: “Вища математика”, “Механіка матеріалів і конструкцій”, “Теоретична механіка”, “Будівельна механіка”.

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. Житомирский Г.И. Конструкция самолётов. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1995. – 416 с.
2. Шульженко М.В. Конструкция самолётов, Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.
3. Авіаційні правила України. Частина 25. Норми льотної придатності літаків транспортної категорії, редакція 3.– 268 с.
4. Авіаційні правила України. Частина 21. Сертифікація повітряних суден, пов’язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника, АПУ-21 (Part-21).– 129 с.
5. M.C.Niu Composite Airframe Structures. Practical design information and data.- Hong Kong Conmilit Press Ltd., 2000. – 664 p.
6. E.F. Bruhn Analysis and design of flight vehicle structures, 1973.
7. M.C.Niu Airframe Structural Design (2nd Edition) Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999. – 615 p.
8. M.C.Niu Airframe stress analysis and sizing Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1997. – 795 p.
9. Зайцев В.Н., Рудаков В.Л. Конструкция и прочность самолетов. – Киев: Вища школа, 1978. – 488 с.
10. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов.– М.: Наука, 1986. – 560 с.
11. Кан С.Н. Свердлов И.А. Расчет самолета на прочность. – М.: Машиностроение, 1966. — 520 с.
12. Стригунов В.М. Расчет самолета на прочность. – М: Машиностроение, 1984. – 376 с.

### Додаткова література

1. Р. Петерсон Коэффициенты концентрации напряжений. – Москва: Мир., 1977. – 302 с.
2. А.Н. Романов Разрушение при малоцикловом нагружении. – М.: Наука., 1988. – 280 с.
3. А.И. Ендогур Проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. – 538 с.
4. Одинокоев Ю.Г. Расчет самолета на прочность. Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1973.– 392 с.
5. Пашковский И.М. Устойчивость и управляемость самолета. М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.

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

- Лекція 1.** Нормативна база, що є основою для проектування літаків транспортної категорії. АП-25, FAR. Порядок проходження сертифікації літака.
- Лекція 2.** Загальна класифікація літаків. Системи забезпечення життєдіяльності та безпечного польоту. Базові аеродинамічні схеми. Система сил, що діють на літак на різних стадіях його польоту. Рівновага літака.
- Лекція 3.** Будова та компоновка фюзеляжу. Конструктивно- силові схеми, їх особливості переваги та недоліки. Елементи силового набору.
- Лекція 4.** Технології виготовлення елементів силового набору фюзеляжу, переваги та недоліки. Компоновка секцій фюзеляжу. Передача навантажень в силовому наборі. Приклади силового каркасу.
- Лекція 5.** Оперення літака, його компоновка, конструктивно-силові схеми. Сили, що діють на оперення та їх передача на фюзеляж. Вирізи та люки.
- Лекція 6.** Конструктивно-силові схеми крила літака. Механізація крила. Центроплан, кессон. Геометрія профіля крила літака, характерні точки. Навантаження крила в польоті. Надкритичний профіль. Хвильова криза.
- Лекція 7.** Робота механізації крила на різних режимах польоту літака. Силовий набір крила та передача навантаження. Балансування механізації. Кінцева аеродинамічна поверхня. Вортекс генератори.
- Лекція 8.** Вимоги щодо силових установок, їх склад та схеми встановлення на планері літака. Особливості використання повітряного гвинта. Аеродинамічні ефекти, причиною виникнення яких є повітряний гвинт, та їх компенсація.
- Лекція 9.** Основні типи авіадвигунів. Їх переваги та недоліки. Реверс двигунів. Конструкція реверсивних пристроїв. ВСУ/RAT. Помпаж двигуна.
- Лекція 10.** Конструктивні схеми шасі, їх переваги та недоліки. Навантаження стійок шасі .
- Лекція 11.** Конструктивні схеми амортизаційних стійок. Демпфери. Розрахунок стійок шасі на міцність.
- Лекція 12.** Аквапланування, причини його виникнення. Випробування стійок та вимоги щодо їх конструкції.
- Лекція 13.** Основні вимоги щодо жорсткості конструкції літака. Дивергенція. Крутильно-згинальний флаттер.
- Лекція 14.** Згинально-елеронний флаттер. Реверс органів керування. Бафтинг. Шиммі.
- Лекція 15.** Стійкість та керованість. Шарнірний момент та способи його компенсації.
- Лекція 16.** Вітчизняні елементи кріплення, що застосовуються в авіаційних конструкціях.
- Лекція 17.** Іноземні елементи кріплення, що використовуються в авіаційних конструкціях.
- Лекція 18.** Вимоги Авіаційних правил щодо розрахунку конструкції літака на міцність. Типові розрахункові випадки та їх особливості.

### Лабораторні заняття

- Лабораторне заняття №1.** Механічні характеристики авіаційних матеріалів. Розрахунки за Ultimate load, Limit load, Abuse load та Operational load. Особливості використання редуційних коефіцієнтів. Запас міцності.
- Лабораторне заняття №2.** Розрахунок на міцність з'єднань. Вимоги, щодо компоновки з'єднань. Knife edge condition. Особливості розрахунку на зминання.
- Лабораторне заняття №3.** Розрахунок на міцність заклепкового з'єднання.
- Лабораторне заняття №4.** Розрахунок на міцність з'єднання «вилка-палець-кронштейн».
- Лабораторне заняття №5.** Розрахунок на міцність з'єднання «вилка-палець-кронштейн».
- Лабораторне заняття №6.** Інженерний метод розрахунку на міцність штифтів та втулок з урахуванням виникнення пластичних деформацій.
- Лабораторне заняття №7.** Розрахунок на міцність кріпильних елементів у групових з'єднаннях.

**Лабораторне заняття №8.** Розрахунок на міцність балки/опори з урахуванням особливостей розрахункових моделей.

**Лабораторне заняття №9.** Розрахунок на міцність лонжеронів крила. Розрахунок Runout зони стрингера.

**Лабораторне заняття № 10.**

**Лабораторне заняття № 11.** Потоки напружень в тонкостінних профілях: носова секція стабілізатора.

**Лабораторне заняття № 12.** Вирізи у силових конструкціях. Потоки напружень з урахуванням вирізу.

**Лабораторне заняття № 13.** Розрахунок на міцність підкріпленої панелі з вирізом.

**Лабораторне заняття № 14.** Shear resistant та Intermediate diagonal балки.

**Лабораторне заняття № 15.** Розрахунок на стійкість у пружній та пружно-пластичній зоні. Розрахунок за наявності локальної втрати стійкості. Вплив приєднаної обшивки.

**Лабораторне заняття № 16.** Розрахунки на втому. Лінійний закон накопичення пошкоджень.

**Лабораторне заняття № 17.** Fail safe філософія та її застосування в конструкції елементів та вузлів літака.

**Лабораторне заняття № 18.** Залікове заняття.

## 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>	6
2	Проектування та розрахунок на міцність провущини <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	10
3	Проектування та розрахунок на міцність групових кріплень <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
4	Розрахунок на міцність багатосекційного перерізу крила літака <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
5	Розрахунок на міцність елементів підкріпленої панелі з вирізом <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
6	Розрахунок на міцність IDT балок <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
7	Використання rainflow алгоритму та визначення запасу за ресурсом <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
8	Вимоги АП-25 щодо конструкції літака <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4
9	Будова фюзеляжу	2

	<i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	
10	Будова крила літака <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	2
11	Робота механізації крила літака. Конструкція елементів механізації. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	2
12	Вітчизняні та іноземні елементи кріплення <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 обов'язковим. Контроль присутності студентів на заняттях здійснюється викладачем наприкінці заняття.

Відсутність студента на заняттях може бути тільки в разі поважної причини (хвороба, підтверджена медичною довідкою, або офіційний дозвіл від деканату). Матеріали пропущених занять мають бути відпрацьованим 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 лабораторних 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 залікового заняття включно. Виконання всіх завдань РГР є обов'язковим для допуску для заліку 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.** Залік.

**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 степені 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_{кр}</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  $K_{кр}$ , що враховує точність відповідей на питання наведена у таблиці нижче.

*Критерії оцінювання правильності відповідей на питання контрольної роботи:*

<i>Критерій</i>	<i>Питання 1-11</i>	<i>Питання 12</i>
	<i>Коригувальний коефіцієнт <math>K_{кр}</math></i>	
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 розрахунково-графічної роботи;

$TRGR_i$  – бали, набрані за відповіді на теоретичні питання за тематикою завдань розрахунково-графічної 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 виконані завдання з початку навчального семестру і до моменту проведення атестації. Умовою позитивної другої атестації є отримання не менше 50% з усіх можливих балів за виконані 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 (виконується залікова робота за умови допуску до заліку)
Невиконані всі завдання РГР, кількість набраних балів за завдання РГР менша за 30	Не допущено

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 кожну вірну відповідь на запитання/кожне 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 ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАЛІК

- 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) Силевий 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) Силевий 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 № \_\_\_ від \_\_\_\_\_)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)