



РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ АВІАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G9 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Прикладна механіка</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 – 30 год.; практичні заняття – 30 год.; самостійна робота – 90 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/модульна контрольна робота/розрахунково-графічна робота</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/?groupId=643f5371-98b5-4620-95aa-b0cb0062550e</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Коваль Віктор Вікторович, mdp@ukr.net Практичні: к.т.н., доцент, Коваль Віктор Вікторович, mdp@ukr.net.</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна вивчає: основи будови літака, компоновки та призначення його основних елементів та інженерних підходів щодо виконання розрахунків елементів та вузлів літака на міцність, стійкість, здобуття навичок проведення практичних розрахунків на міцність елементів та вузлів літака з урахуванням останніх досягнень та вимог у авіабудівній сфері. Вивчення дисципліни дає змогу зрозуміти основні підходи, щодо розрахунку на міцність та довговічність елементів конструкції літака, розглянути особливості їх застосування безпосередньо при розрахунках реальних типових конструктивних елементів. Познайомитися з основними компонентами конструкції літака, дізнатися, яким чином відбувається взаємодія цих компонентів у польоті, яким чином вони працюють. Дізнатися про основні розрахункові випадки та види навантажень, що мають місце при різноманітних режимах експлуатації літака. За результатами вивчення дисципліни студенти мають змогу вивчити основні принципи компоновки конструкції планера літака, орієнтуватися у загальних принципах та особливостях його будови. Навчитися вірно будувати free body diagram, створювати розрахункові схеми для елементів силової конструкції, проводити перевірочний та проектувальний розрахунки типових авіаційних компонентів і з'єднань, розуміти і застосовувати принципи fail safe, safe life, damage tolerance при проектуванні та розрахунках.

Курс “Розрахунок елементів авіаційних конструкцій” складається із лекційних та практичних 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 іспиту.

Метою навчальної дисципліни, є вивчення основ будови літака, компоновки та призначення його основних елементів та інженерних підходів щодо виконання розрахунків елементів та вузлів літака на міцність, стійкість, здобуття навичок проведення практичних розрахунків на міцність елементів та вузлів літака з урахуванням останніх досягнень та вимог у авіабудівній сфері. Після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

Знання

- загальної будови літака та окремих його конструктивних елементів
- загальних принципів компоновки планера літака
- загальних вимог щодо розташування, роботи та застосування агрегатів та систем літака
- загальних підходів щодо розрахунку основних елементів конструкції літака
- навантажень, що діють на літак та його елементи
- методів розрахунку типових елементів та з'єднань та особливості їх застосування

Уміння

- правильно вибрати розрахункову схему (free body diagram)
- правильно визначити граничні умови
- правильно застосувати наближений чи точний метод розрахунку елемента авіаційної конструкції
- провести проектувальний чи перевірочний розрахунок на міцність, стійкість елемента авіаційної конструкції
- провести проектувальний чи перевірочний розрахунок елементів кріплення
- використовувати в роботі електронні посібники, вітчизняну та іноземну технічну літературу

Навички

- розв'язання задач проектування та розрахунку типових елементів авіаційних конструкцій
- розв'язання задач проектування та розрахунку типових з'єднань
- самостійного розуміння можливості застосування точного чи наближеного методу розрахунку - роботи з довідковою літературою

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 G9 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. Історія та розвиток основних підходів, що використовуються при проектуванні літаків. Авіаційні правила.

Тема 2. Агрегати та системи літака. Основи аеродинаміки польоту. Сили, що діють на літак. Поняття про центровку літака.

Тема 3. Розрахункові випадки. Перевантаження.

Тема 4. Матеріали, що застосовуються в авіабудуванні. Маркування, особливості застосування.

Тема 5. Фюзеляж. Загальна будова. Типи. Навантаження, що діють на фюзеляж. Силовий набір фюзеляжу. Окантовки вирізів.

Тема 7. Конструкція крила літака. Сили, що діють на крило. Основні геометричні характеристики. Механізація крила.

Тема 8. Силовий набір крила. Балансування механізації. Вінглети. Робота механізації при різних режимах польоту. Кіль та стабілізатори.

Тема 9. Основні вимоги щодо жорсткості конструкції літака. Дивергенція. Крутильно-згинальний флаттер. Реверс органів керування. Бафтинг. Шиммі.

Тема 11. Системи керування літаком. Стійкість та керованість. Шарнірний момент та способи його компенсації.

Тема 12. Силові установки літака. Склад, вимоги, компоновка. Повітряний гвинт.

Тема 13. Основні типи авіадвигунів. Принцип роботи, особливості застосування. Реверс. Допоміжні силові установки. Помпаж.

Тема 14. Шасі. Будова, особливості застосування. Сили, що діють на шасі.

Тема 15. Аквапланування. Випробування стійок шасі на міцність.

Тема 16. Вітчизняні елементи кріплення, що застосовуються в авіаційних конструкціях.

Тема 17. Іноземні елементи кріплення, що використовуються в авіаційних конструкціях.

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. Котельников Г.Н. та ін. Аеродинаміка літальних апаратів", ред. Ю. М. Терещенко. - К. : Вища освіта, 2002. - 254 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 (Part21).– 129 с.
5. Житомирский Г.И. Конструкция самолётов. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1995. – 416 с.
6. M.C.Niu Airframe stress analysis and sizing Hong Kong Connilit Press Ltd., 1997. – 795 p.

Додаткова література

1. Шульженко М.В. Конструкция самолётов, Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.
2. M.C.Niu Composite Airframe Structures. Practical design information and data.- Hong Kong Connilit Press Ltd., 2000. – 664 p.
3. M.C.Niu Airframe Structural Design (2nd Edition) Hong Kong Connilit Press Ltd., 1999. – 615 p.
4. Зайцев В.Н., Рудаков В.Л. Конструкция и прочность самолетов. – Киев: Вища школа, 1978. – 488 с.
5. Кан С.Н. Свердлов И.А. Расчет самолета на прочность. – М.: Машиностроение, 1966. — 520 с.
6. Стригунов В.М. Расчет самолета на прочность. – М: Машиностроение, 1984. – 376 с.
7. Р. Петерсон Коэффициенты концентрации напряжений. – Москва: Мир., 1977. – 302 с.
8. А.И. Ендогур Проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. – 538 с.
9. E.F. Bruhn Analysis and design of flight vehicle structures, 1973.
10. Одинокоев Ю.Г. Расчет самолета на прочность. Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1973.– 392 с.
11. Пашковский И.М. Устойчивость и управляемость самолета. М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Лекція 1.** Загальні підходи щодо проектування літаків, історія їх виникнення та формування.
- Лекція 2.** Класифікація літаків. Компоновка планера літака та основні аеродинамічні схеми. Системи літака їх призначення та взаємодія. Аеродинамічна якість. Центровка літака та її вплив на керуваність.
- Лекція 3.** Фюзеляж та його будова. Конструктивно-силові схеми. Навантаження, що діють на фюзеляж. Силовий набір фюзеляжу.
- Лекція 4.** Стиги обшивки. Передача навантаження в силовому наборі. Особливості застосування силових елементів. Окантовки вирізів.
- Лекція 5.** Конструкція крила літака. Центроплан. Сили, що діють на крило. Основні геометричні характеристики. Механізація крила.
- Лекція 6.** Силовий набір крила. Балансування механізації. Вінглети. Робота механізації при різних режимах польоту. Кіль та стабілізатори.
- Лекція 7.** Силові установки літака. Склад, вимоги, компоновка. Повітряний гвинт.

- Лекція 8.** Основні типи авіадвигунів. Принцип роботи, особливості застосування. Реверс. Допоміжні силові установки. Помпаж.
- Лекція 9.** Системи керування літаком. Стійкість та керованість. Шарнірний момент та способи його компенсації.
- Лекція 10.** Конструкція шасі. Типові схеми. Сили, що діють на шасі.
- Лекція 11.** Основні вимоги щодо жорсткості конструкції літака. Дивергенція. Крутильно-згинальний флаттер. Причини виникнення та перерозподіл зусиль на різних етапах.
- Лекція 12.** Згинально-елеронний флаттер. Реверс органів керування. Бафтинг.
- Лекція 13.** Шиммі. Аквапланування. Випробування стійок шасі на міцність.
- Лекція 14.** Вітчизняні елементи кріплення, що застосовуються в авіаційних конструкціях.
- Лекція 15.** Іноземні елементи кріплення, що використовуються в авіаційних конструкціях.

Практичні заняття

- Практичне заняття №1.** Особливості розрахунку на міцність авіаційних конструкцій. Апроксимація діаграми деформування. Базиси. Закон Рамберга-Осгуда. Розрахунок за максимальними, граничними та втомними навантаженнями. Запас міцності.
- Практичне заняття №2.** Вітчизняні та іноземні конструкційні матеріали, що використовуються в авіабудуванні.
- Практичне заняття №3.** Перевантаження. Основні розрахункові випадки. Класифікація навантажень.
- Практичне заняття №4.** Розрахунок на міцність заклепкових та болтових з'єднань. Особливості розрахунку стику обшивки.
- Практичне заняття №5.** Розрахунок на міцність типового заклепкового з'єднання «внахлест».
- Практичне заняття №6.** Особливості розрахунку провущин. Типовий порядок розрахунку за випадку довільного навантаження.
- Практичне заняття №7.** Розрахунок на міцність штифтів, втулок та комбінованих втулок. Вибір та обґрунтування розрахункової схеми.
- Практичне заняття №8.** Особливості розрахунку групових кріплень за умов довільного навантаження. Розрахунок на міцність групових кріплень з урахуванням ремонтного кріпильного елемента. Врахування дії Prying load.
- Практичне заняття № 9.** Розрахунок на міцність тонкостінних замкнених та розімкнених профілей. Центр жорсткості перерізу.
- Практичне заняття № 10.** Розрахунок багатозв'язних перерізів. Розрахунок типового перерізу на прикладі перерізу носка крила.
- Практичне заняття № 11.** Застосування методу додаткових потоків для розрахунку типового перерізу носка крила.
- Практичне заняття № 12.** Визначення потоків, що виникають у елементах shear resistant балок.
- Практичне заняття № 13.** Вирізи у силових конструкціях. Потоки напружень з урахуванням вирізу.
- Практичне заняття № 14.** Розрахунок на міцність підкріпленої панелі з центральним вирізом.
- Практичне заняття № 15.** Типовий розрахунок елемента конструкції на втрату глобальної та локальної стійкості

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 комплекту: провущина з втулкою та з'єднувальний палець для випадку довільного навантаження <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	16
3	Проектування та розрахунок на міцність групових кріплень з урахуванням постановки ремонтного елемента <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
4	Розрахунок на міцність багатозв'язного профіля <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>	10
6	Розрахунок на міцність IDT балок <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	8
7	Визначення потоків у елементах shear resistant балок <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	6
8	Розрахунок елементів на локальну втрату стійкості <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
9	Вимоги АП-25 щодо конструкції літака <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	8
10	Будова фюзеляжу <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4
11	Будова крила літака <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	2
12	Типи та будова силових установок літака <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4
13	Жорсткість конструкції літака. Аеропружність. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	10

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування всіх видів навчальних занять з дисципліни є для студентів обов'язковим, 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 практичних завдань

Контроль засвоєння матеріалу практичних занять 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 модульної 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. Вагові бали за завдання наведені у таблиці.

Вагові бали за виконання завдань РГР

<i>Номер завдання РГР</i>	<i>Максимальний бал за завдання</i>
1 (розрахунок стику)	13
2 (розрахунок провусини з кріпленням)	13
3 (розрахунок групових кріплень)	8
4 (розрахунок багатозв'язного перерізу)	4

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 $K_{\text{із}}$</i>
завдання виконано повністю вірно	1
завдання виконано з незначними неточностями (механічна помилка, невірно відображений результат арифметичної дії, необгрунтовано консервативний розрахунок, тощо)	0,85-0,95
завдання виконано зі значними помилками (помилка в розмірності, невірно використані довідкові коефіцієнти або параметри)	0,75-0,84
завдання виконано, проте використаний невірний підхід	0,6-0,74
завдання не виконано	0

8.1.2. Модульна контрольна робота

Модульна 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 модульної контрольної роботи становить 15 хвилин. У разі здачі студентом роботи пізніше ніж за 15 хвилин від початку її виконання бали за модульну контрольну роботу не виставляються. Перездача модульної 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 $K_{кр}$</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:

$$R_{\text{СЕМ}} = \sum_1^4 (РГР_i \times K_{РГР_i}) + \sum_1^{12} (КР_i \times K_{КР_i}) + ЗБ$$

Де $РГР_i$ – бали, набрані за виконання практичної частини i -го завдання розрахунковографічної роботи; $КР_i$ – бали, набрані за відповіді на питання модульної контрольної роботи;

$K_{РГР}$, $K_{КР}$ – відповідні коригувальні коефіцієнти;

ЗБ – сума заохочувальних балів.

Сума набраних рейтингових балів за екзамен може бути розрахована як:

$$R_{\text{ЕКЗ}} = \sum_{1}^{2} \text{ТП}_i + \sum_{1}^{2} \text{ПЗ}_i$$

де ТП_i – бали, набрані за відповідь на i -те теоретичне питання екзамену;

ПЗ_i – бали, набрані за виконання на i -го практичного завдання екзамену;

Сумарна кількість балів за дисципліну розраховується як:

$$R_{\text{СУМ}} = R_{\text{СЕМ}} + R_{\text{ЕКЗ}}$$

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:

Максимальна можлива кількість балів, що може бути отримана студентом протягом семестру становить 50 балів. Студенти, які мають рейтингову оцінку не нижче ніж 60% від максимально можливої кількості балів за семестр, що становить $0,6 \times 50$ балів = 30 балів, та не мають заборгованостей за семестр по дисципліні отримують допуск до екзамену. У разі, якщо кількість набраних балів складає менше 30, або ж не були виконані інші умови допуску до екзамену, студент на екзамен не допускається.

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних питань та двох практичних завдань.

Кожне теоретичне питання максимально оцінюється в 12 балів за наступними критеріями:

- повна відповідь на запитання – 12 балів;
- відповідь, що містить незначні неточності – 10-11 балів;
- неповна відповідь – 9-10 балів;
- відповідь відсутня, містить значні неточності – 0-9 балів.

Кожне практичне завдання оцінюється максимально в 13 балів за наступними критеріями:

- повністю правильно виконане завдання – 13 балів;
- завдання виконане з незначними помилками – 11-12 балів;
- завдання виконане зі значними помилками – 7-11 балів;
- завдання не виконане або містить лише кілька виконаних вірних кроків – 0- балів.

Бали, отримані студентом за виконання екзаменаційних завдань, додаються до балів, які були ним набрані протягом семестру та формують фінальну кількість балів за дисципліну, яка переводиться до нормативної оцінки відповідно до таблиці:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Кількість набраних балів протягом семестру менша за 30	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ АВІАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ», ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

- 1) Основні вимоги щодо проектування літаків.
- 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 звукового 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 № 10 від 27 березня 2025 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ММІ (протокол № 9 від 25 квітня 2025 р.)