

УДК 629.735

DOI: <http://doi.org/10.20535/2219-3804222020213328>

В. О. Школьний<sup>1</sup>, бакалавр, О. П. Мариношенко<sup>2</sup>, доцент, к.т.н.

## РОЗРОБКА ДИСТАНЦІЙНО ПЛОТОВАНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗЛЬОТУ ТА ПОСАДКИ БАГАТОМОТОРНОЇ СХЕМИ

**En**

This article describes the design of the UAV of the convertible type. This type of UAV allows for vertical take-off and landing. Runway, parachute, catapult, etc. are not required for this vehicle.

For the design of this UAV, the scheme tilt rotor, i.e., the scheme with rotary motors is applied. This scheme combines the vertical lift potential of a helicopter with the speed and range of a conventional aircraft.

The calculation of aerodynamics, flight characteristics and durability calculation are carried out.

Each element is designed with ease of use of this UAV.

The project has a direct market advantage due to the transportation of the complex. The complex is transported in a backpack, the overall dimensions of which do not differ from the tourist backpack.

**Ru**

Описано проектирование БПЛА конвертопланного типа. Такой тип БПЛА позволяет делать вертикальный взлет и посадку. Для этого не нужны взлетно-посадочная полоса, парашют, катапульта и тому подобное.

Для проектирования данного БПЛА выбрано схему *tiltrotor*, то есть схему с поворотными двигателями. Данная схема объединяет вертикальный подъемный потенциал вертолета со скоростью обычных летательных аппаратов.

Произведен расчет аэродинамических, летных характеристик и прочностной расчет.

Каждый элемент спроектирован с учетом удобства использования данного БПЛА.

Проект имеет непосредственное преимущество на рынке благодаря транспортировке комплекса. Комплекс транспортируется в ранке, габаритные размеры которого не отличаются от туристического рюкзака.

### Вступ

На даний момент більшість безпілотних літальних апаратів (БПЛА) виконують зліт та посадку кількома способами:

- зліт та посадку за допомогою шасі;
- вистрілом із катапульти та приземленням на парашуті;
- зліт киданням із руки та приземленням на парашуті.

Щоб вдало виконати зліт та посадку необхідно мати професійну підготовку. Якщо БПЛА виконує посадку за допомогою парашута, необхідно

<sup>1</sup> КПІ ім. Ігоря Сікорського

<sup>2</sup> КПІ ім. Ігоря Сікорського

вміти його складати. Також це стосується катапульти. Під час зльоту та посадки за допомогою шасі потрібна злітно-посадкова смуга.

Необхідність у створення БПЛА конвертопланного типу викликана складністю обслуговування існуючих БПЛА. Важливим фактором є нестача кваліфікованих кадрів для технічного обслуговування.

Тому в даній статті описано проектування БПЛА конвертопланного типу. Такий тип БПЛА дозволяє виконувати вертикальний зліт та посадку. Для цього не потрібні злітно-посадкова смуга, парашут, катапульта тощо.

Розвиток автоматизованих систем керування, цифрової обчислювальної техніки, електронної промисловості активно допомагає створити даний тип БПЛА.

### **Застосування безпілотних комплексів вертикального зльоту та посадки**

Застосування безпілотників у картографії і аерофотозніманні для створення топографічних карт значно знизило витрати на залучення пілотованої авіації для створення карт і моделей місцевості. Безпілотник для аерофотозйомки здійснює політ у заданій місцевості у автоматичному і напівавтоматичному режимі, отримує високоякісні зображення із прив'язкою до географічних координат, що дозволяє використовувати їх для створення топографічних карт високої точності. Фото і відео дані, після обробки у спеціалізованому програмному забезпеченні, служать основою для створення образно-знакових моделей простору у вигляді плоских, рельєфних і об'ємних карт і глобусів, БПЛА ортофотопланів. Безпілотні апарати дозволяють фахівцям створити у найкоротші терміни БПЛА ортофотоплани, матриці висот місцевості і окремих об'єктів.

Картографія вимагає максимально точних даних і високоякісних знімків, які отримують безпілотники завдяки вдосконаленим цільовим навантажень на електромагнітному підвісі із забезпеченим стабілізованою становищем камер незалежно від поривів вітру та інших факторів, що впливають

### **Постановка задачі**

Спроекувати та виготовити експериментальну модель дистанційно пілотованого авіаційного комплексу вертикального зльоту та посадки багатомоторної схеми. Забезпечити якомога найбільшу простоту, дешевизну та технологічність виробу. Всі елементи комплексу мають бути спроектовані із урахуванням простоти експлуатації комплексу, а також його транспортування.

**Проектування комплексу**

Розміри ранця, у якому буде транспортуватись даний комплекс, є фіксованими:

- висота 750 мм,
- ширина 300 мм,
- товщина 200 мм.

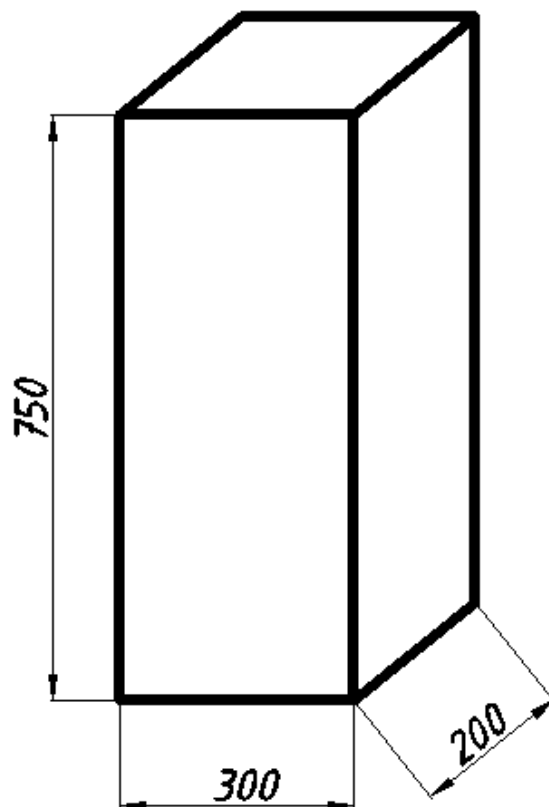


Рис. 1. Габаритні розміри ранця

Так як БПЛА має бути розбірним, необхідно спроектувати мінімальну кількість складальних елементів та продумати простоту збору та розбирання літака.

Вирішено створити три окремих розбірних елемента:

- ліва консоль крила,
- права консоль крила,
- фюзеляж з хвостовим оперенням.

У даний ранець можна покласти консоль із максимальним розмахом 650 мм.

Більшу консоль також можна покласти, але має зберігатися зручність і простота розкладення елементів у ранці.

Мотори двох передніх двигунів повинні бути незнімні. Так як мотори будуть знаходитись на консолях крила, габаритний розмір від гвинта до задньої кромки консолі має бути не більше 280 мм.

Для консолей у ранці буде створено спеціальні кармани. Регулятори ходу будуть знаходитись на моторі для охолодження. Тобто на консолі розташовані такі елементи:

- мотор,
- гвинт,
- регулятор ходу.

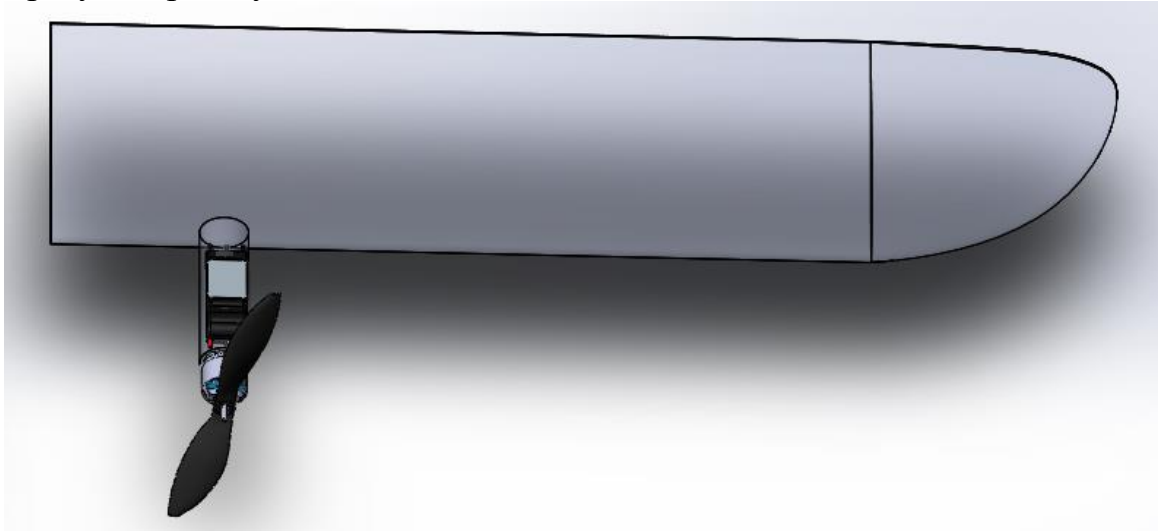


Рис. 2. Компонувальна схема лівої консолі крила

У фюзеляжі буде розміщений певний перелік електроніки:

- два сервопривода для елеронів,
- акумулятор,
- автопілот,
- навігаційний GPS,
- телеметрія,
- стабілізатор напруги,
- корисне навантаження.

Розмаху центроплана вирішено дати розмір 250 мм. У разі такого габариту збільшиться робоча площа крила та фюзеляж буде вільно складатися у ранці.

Хвостове оперення буде проектуватись під максимальні габаритні розміри: висота 130 мм та ширина 280 мм.

У хвостовому оперенні будуть встановлені два сервоприводи для повороту хвостових рулів.

Хвостове оперення вирішено зробити V-подібним, тому що воно не попадає у турбулентний потік за крилом та має більший коефіцієнт статичного моменту у продольному та поперечному каналах у порівнянні із класичним оперенням за однакових габаритних розмірах.

Фюзеляж та хвостове оперення з'єднанні між собою хвостовою балкою.

### Розділ 3. Керування

Регулятор ходу вирішено встановити на двох стяжках. Це найбільш оптимальних та надійних спосіб закріплення даного елемента, тому що регулятор ходу не має точок кріплення.

Загальна компоновальна схема зображена на рис. 3 та рис. 4.

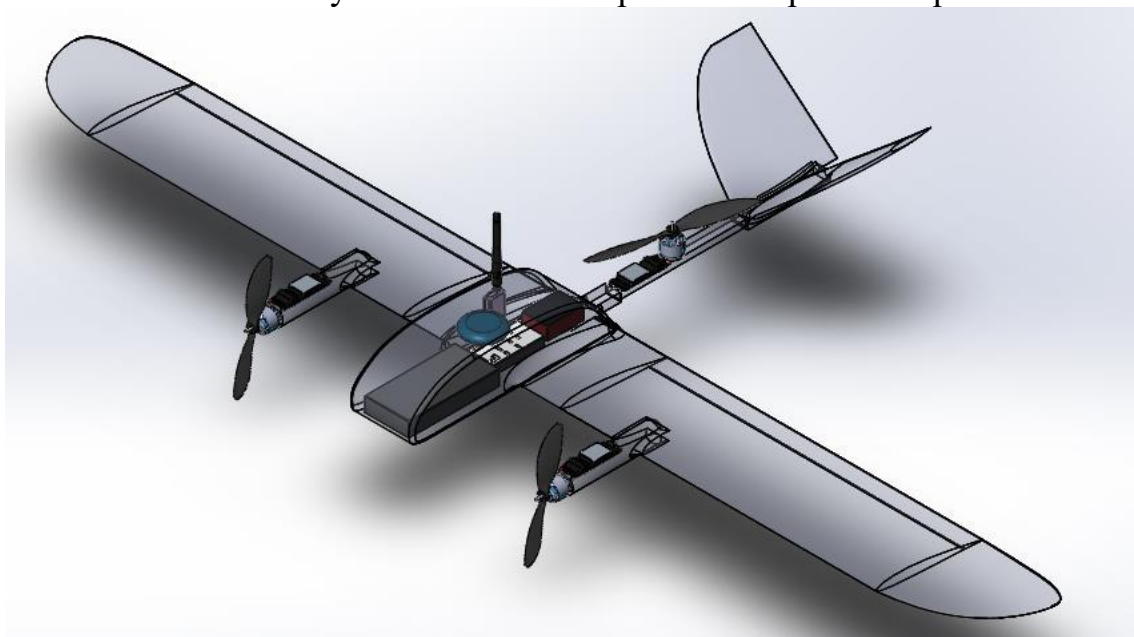


Рис. 3. Компоновальна схема (вид зверху)

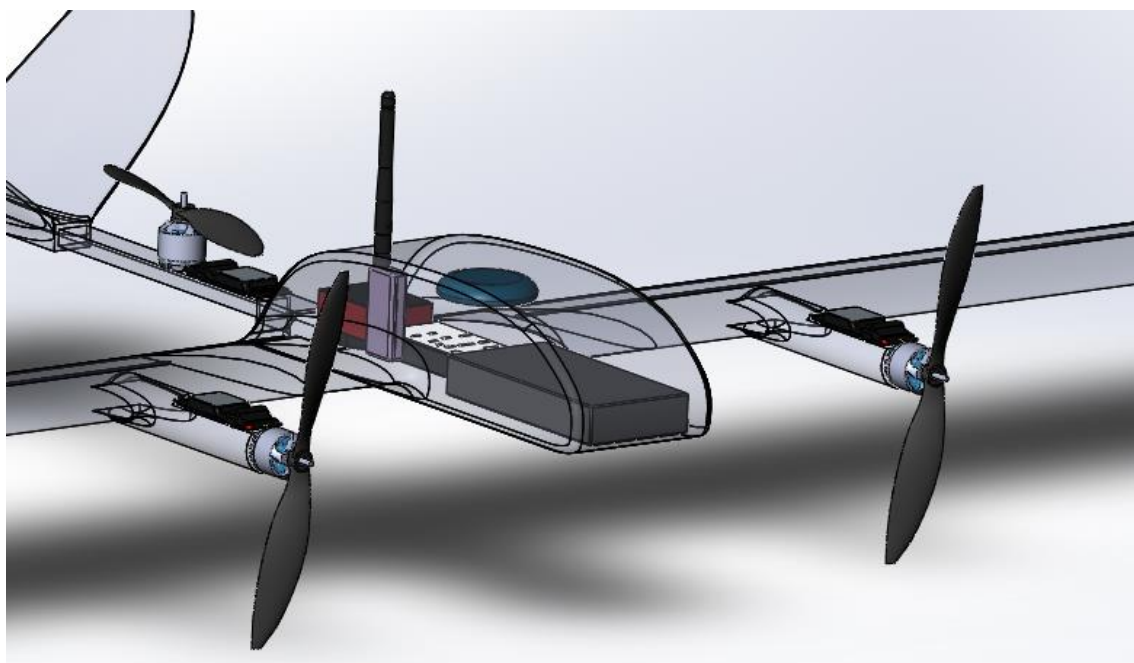


Рис. 4. Компоновальна схема (вид зпереду)

Підібрано аеродинамічний профіль крила: *HN-972*. Це аргументовано тим, що даний профіль має велике значення аеродинамічної якості на ве-

ликому діапазоні кутів атаки. Значення максимального коефіцієнту підйомної сили – 1,2.

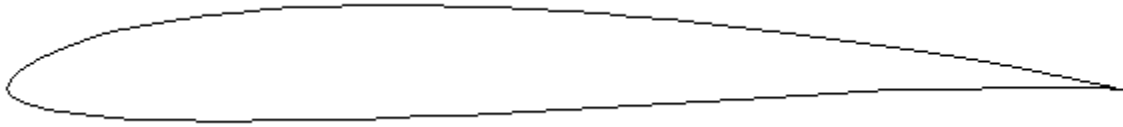


Рис. 5. Форма профілю *HN-972*

Підібрано аеродинамічний профіль оперення: *NACA-0012*. Він має великий діапазон кутів атаки, тому зрив потоку на оперенні через скос потоку від крила малоймовірний.



Рис. 6. Форма профілю *NACA 0012*

Сприймати згинальний момент, що виникає у крилі будуть лонжерон та обшивка. Так як обшивка матиме малу будівельну висоту, прийемо що весь згинальний момент буде сприймати лонжерон.

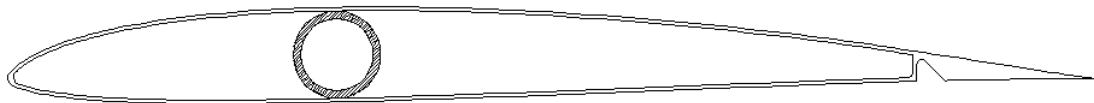


Рис. 7. Схематичне зображення нервюри, обшивки, лонжерона, елерона

Результати виконаних розрахунків на міцність крила зображені на рис. 9, рис. 10 та рис. 11.

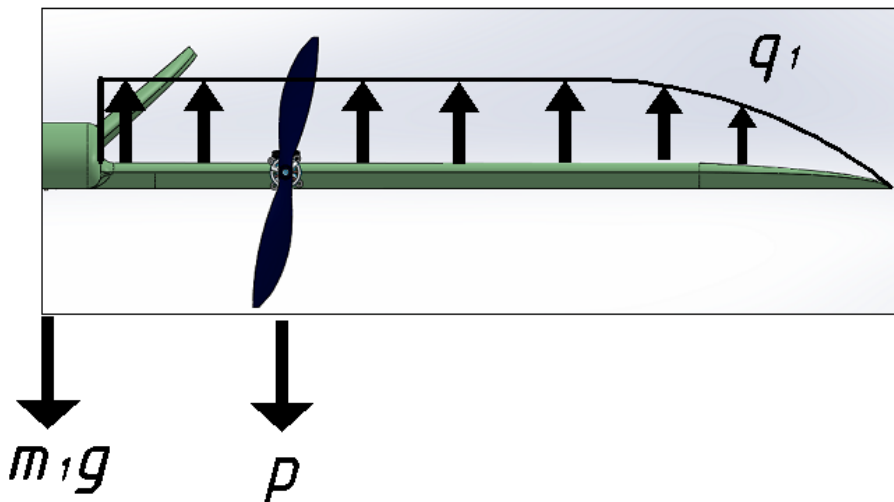


Рис. 8. Вид спереду на консоль літака трикоптерної схеми

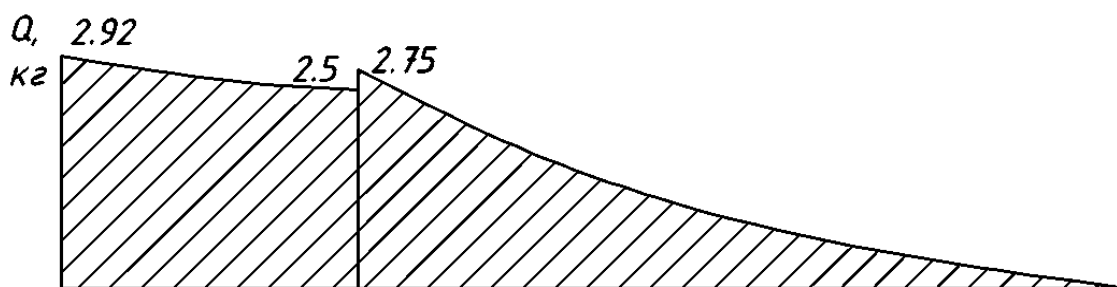


Рис. 9. Поперечні сили, що діють на консоль крила трикоптерної схеми

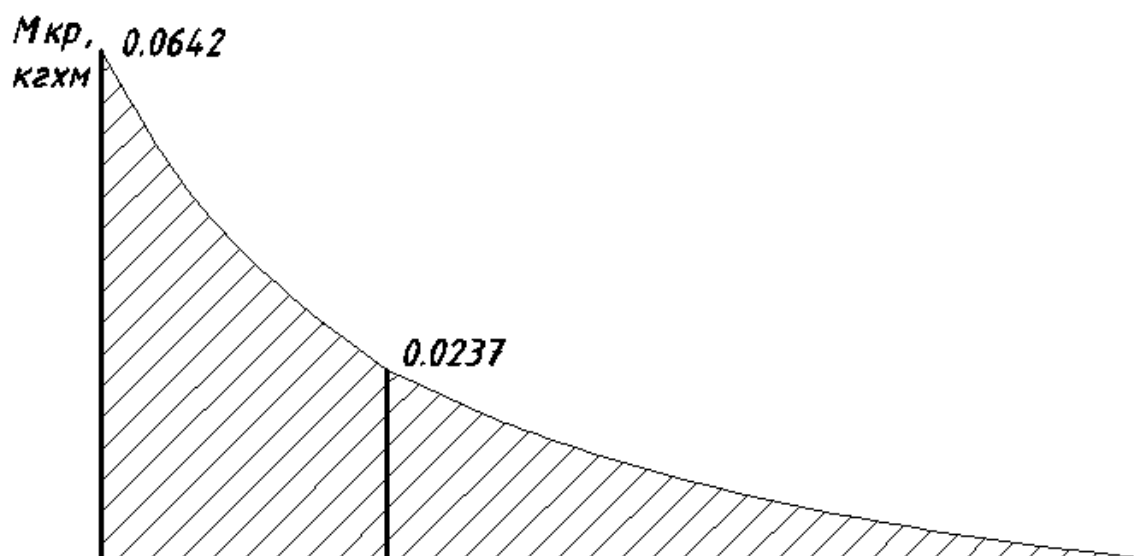


Рис. 10. Крутні моменти, що діють на консоль крила трикоптерної схеми

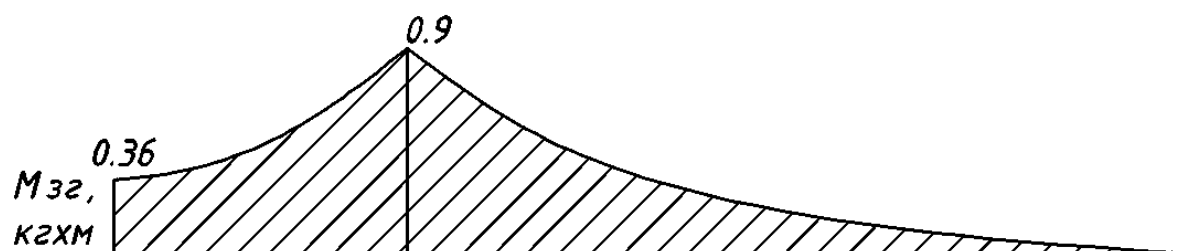


Рис. 11. Згинальні моменти, що діють на консоль крила трикоптерної схеми

Матеріал лонжерона вирішено вибрати дюралюміній, тому що він має велику питому міцність. Для простоти конструкції вигідно створити крило із однаковими нервюрами по всьому розмаху. Для дотримання контуру профілю крила, розташовано нервюри із кроком 80 мм. Шпангоут буде виготовлений із скловолокнового сєнвіча товщиною 5 мм.

Хвостове оперення вирішено робити нерозбірним та V-образним, лонжерон матиме складну форму. Лонжерон буде виготовлений із скловолокнувого сенвіча товщиною 10 мм.

### **Висновки**

Описано процес проектування БПЛА конвертопланного типу. Такий тип БПЛА дозволяє робити вертикальний зліт та посадку. Для цього не потрібні злітно-посадкова смуга, парашут, катапульта тощо.

Досить важливим фактором являється транспортування БПЛА. Для зручності користувача спроектовано ранцевий БПЛА.

Вирішено обрати трикоптерну схему зльоту, тому що літак за цією схемою під час горизонтального польоту має найменший аеродинамічний опір.

Поворотних двигунів вирішено вибрати два, що знаходяться на консолях крила, для мінімальної кількості поворотні механізмів.

Кожен елемент спроектовано із урахуванням зручності використання даного БПЛА.

### **Список використаної літератури**

1. Tail-sitter, [From the Internet], Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tail-sitter>.
2. Tiltrotor, [From the Internet], Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tiltrotor>.
3. Tiltwing, [From the Internet], Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tiltwing>.
4. Myronenko V. H., Maranda S. O., Karнаushenko R. V. «Bezpilotnyi litalnyi aparat «A-1» dlia biolohichnoho zakhystu roslyn z odnochasnym monitorynhom stanu polia», Tekhnika i tekhnolohii APK, vol. 8, – 2012–pp. 11–14.
5. eCalc, [From the Internet], <https://www.ecalc.ch/index.htm>.
6. Profili 2.22., [From the Internet], <http://www.profili2.com/eng/news.asp>.