

(Ф03.02-105)

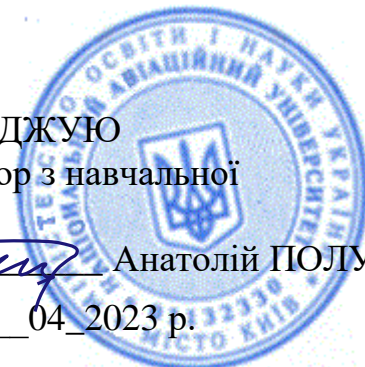
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Національний авіаційний університет  
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної  
роботи

 Анатолій ПОЛУХІН

« 30 » 04 2023 р.



Система менеджменту якості

**ПРОГРАМА**  
кваліфікаційного екзамену

ОС «Магістр»

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»


Освітньо-професійна програма: «Інформаційне забезпечення та інженерія  
авіаційних комп'ютерних систем»

**СМЯ НАУ ПКЕ 22.01.09 – 01 – 2023**

**РЕКОМЕНДОВАНО**

Науково-методично-редакційною радою факультету  
аеронавігації, електроніки та телекомунікацій,  
протокол № 18 від " 27 " 04 2023 р.

Голова НМРР  Олександр КРИВОНОСЕНКО

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 2 з 31   |                                   |

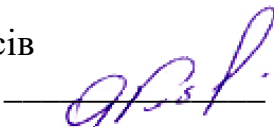
Програму кваліфікаційного екзамену розробили:

професор кафедри авіаційних  
комп'ютерно-інтегрованих комплексів  
канд. техн.. наук, проф.



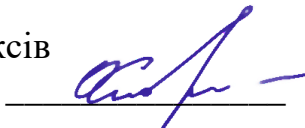
Микола ФІЛЯШКІН

професор кафедри авіаційних  
комп'ютерно-інтегрованих комплексів  
канд. техн.. наук, проф.



Олександр АБЛЕСІМОВ

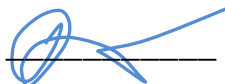
доцент кафедри авіаційних  
комп'ютерно-інтегрованих комплексів  
канд. техн.. наук, доц.



Олег СМІРНОВ

Програма кваліфікаційного екзамену обговорена та схвалена на засіданні кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів протокол № 22 від "22" 04 2023 р.

Завідувач кафедри



Віктор СИНЕГЛАЗОВ

Програма кваліфікаційного екзамену обговорена та схвалена на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол №18 від « 27 » \_\_04\_\_ 2023 р.

Голова НМРР




Олександр КРИВОНОСЕНКО

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

**Контрольний примірник**

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 3 з 31   |                                   |

## Зміст

|  | стор. |
|--|-------|
| 1. Пояснювальна записка.....   | 4     |
| 2. Зміст програмного матеріалу з дисциплін, які виносяться на кваліфікаційний екзамен.....                       | 7     |
| 3. Список літератури.....  | 23    |
| 4. Рейтингова система оцінювання підсумків виконання кваліфікаційного екзамену.....                              | 24    |
| 5. Перелік довідкових джерел інформації, якими дозволяється користуватись під час кваліфікаційного екзамену..... | 27    |
| 6 Додаток 1.....   | 28    |
| 7 Додаток 2.....   | 30    |
| 8 Форми документів .....   | 31    |

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 4 з 31   |                                   |

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Для України одним з ефективних шляхів вирішення проблеми модернізації підготовки майбутніх фахівців, компетентність яких би визнавалася у світовому співтоваристві, є використання ідеології загального керування якістю (TQM - Total quality management) і міжнародного стандарту ISO (International Organization for Standardization) з дотриманням вимог стандартів і директив європейської асоціації гарантії якості вищої освіти (ENQA - European Association for Quality Assurance in Higher Education). Саме тому в НАУ на основі пробного національного стандарту ДСТУ-П ІВА 2:2009 та посібника із застосування ISO у сфері освіти розроблено «Тимчасове Положення про організацію навчального процесу за кредитно-модульною системою (в умовах педагогічного експерименту)» та «Тимчасове Положення про рейтингову систему оцінювання». Однією з форм контролю якості вищої освіти є кваліфікаційний екзамен.

Кваліфікаційний екзамен з ОПП «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем», спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за кваліфікацією «Магістр з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій» за навчальним планом НМ-2-151-3/22 від 01.077.22 проводиться як екзамен з дисциплін:

- «Методологія прикладних досліджень у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій» ;
- «Прикладна теорія ідентифікації»;
- «Методи моделювання та оптимізації систем та процесів»;
- «Багатофункціональні системи автоматизованого управління польотом»;
- «Бортові інтегровані системи управління та навігації»;
- «Алгоритми комплексування в бортових інформаційних системах».

Кваліфікаційний екзамен проводиться в терміни визначені графіком навчального процесу.


**Основна мета кваліфікаційного екзамену** – це встановлення відповідності результатів навчання здобувачів вищої освіти вимогам ОПП.

### **Вимоги до підготовки фахівця:**

ПРН01 - створювати системи автоматизації кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління баз даних та баз знань цифрових та мережевих технологій робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;

ПРН02 - створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів;

ПРН03 - застосовувати спеціалізовані концептуальні знання що включають сучасні наукові здобутки а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності;

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 5 з 31   |                                   |

ПРН04 - застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами;

ПРН05 - розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації;

ПРН06 вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів;

ПРН07 - аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації;

ПРН08 - застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, кіберфізичних виробництв;

ПРН09 - розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робото-технічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом;

ПРН10 - розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційнотехнічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами;


ПРН11 - дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності;

ПРН12 - збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її;

ПРН13. Застосовувати сучасні технології наукових досліджень, спеціалізований математичний інструментарій для дослідження;

ПРН14. Застосування спеціалізованих концептуальних знань що включають сучасні наукові здобутки а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері будування комп'ютерно-інтегрованих комплексів для вирішення задач і проблем автоматизації та приладобудування в авіаційній та ракетнокосмічній галузі;

ПРН15. Застосування сучасних підходів і методів моделювання та оптимізації для дослідження та створення високонадійних систем будування комп'ютерно-інтегрованих комплексів в авіаційній та ракетно-космічній галузі.

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 6 з 31   |                                   |

**Порядок організації і проведення кваліфікаційного екзамєну.**  
Кваліфікаційний екзамєн зі спеціальності проводиться екзамєнаційною комісією після повного закінчення студентами теоретичного курсу навчання і практичної підготовки перед початком дипломного проектування.

Структурно білет кваліфікаційного екзамєну складається з двох частин, на виконання кожної з яких виділяється по три години. В першій частині формується не менше трьох завдань. У цій частині завдання моделюється виробнича ситуація. У другій частині білету формуються не менше двох конкретизованих професійних завдань. Приклад оформлення білету кваліфікаційного екзамєну наведено у Додатку 1.

При підготовці до складання кваліфікаційного екзамєну відповідно до освітньо-професійної програми студент повинен:


**Знати:**

- критерії та методи оптимізації;
- сучасні методи, алгоритми та програми комплексної обробки інформації;
- принципи побудови та алгоритмічне забезпечення інформаційно-навігаційних та комп'ютерно-інтегрованих систем;
- комплексну корекцію статичних і динамічних характеристик стійкості та керованості ЛА;
- методологічні основи організації і управління науковими дослідженнями;
- методи та алгоритми планування експерименту;
- методи та алгоритми обробки результатів експерименту;
- основні терміни та поняття OSI моделі;
- методи розв'язання задач лінійного програмування;
- метод розв'язання транспортної задачі.

**Вміти:**

- аналізувати структуру та алгоритми роботи оптимальної системи керування та контролю;
- здійснювати синтез оптимального закону керування що до різних критеріїв оптимальності;
- розробляти алгоритми функціонування пристроїв, що реалізують оптимальний закон керування;
- вибирати методи, алгоритми та обчислювальні схеми планування експерименту;
- вибирати вид експерименту відповідних функціоналів експерименту;
- проводити дослідження та оптимізації процесів управління динамічними системами;
- формулювати та розв'язувати типові задачі лінійного програмування.

Приклад оформлення титульного листа підготовки відповідей на питання кваліфікаційного екзамєну наведено у Додатку 2

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   | стор. 7 з 31   |                |                                   |

## **2. ЗМІСТ ПРОГРАМНОГО МАТЕРІАЛУ З ДИСЦИПЛІН, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕН**


### **2.1. Теоретична частина комплексних кваліфікаційних завдань**

#### ***“ Алгоритми комплексування в бортових інформаційних системах ”***

1. Структурна схема одноканальної ІНС
2. Роздивіться динаміку горизонтируємої платформи інерційної системи на етапі маршрутного польоту. Приведіть аналітичні залежності та графіки зміни  $V$ ,  $S$ .
3. Демпфірування ІНС від швидкісного коректору
4. Корекція ІНС від позиційного коректору
5. Виставочні режими ІНС
6. Безплатформена ІНС
7. Алгоритми обчислення барометричної висоти.
8. Алгоритми обчислення повітряної швидкості.

#### ***“ Методи моделювання та оптимізації систем та процесів ”***

1. Класифікація та характерні особливості адаптивних систем керування та контролю
2. Класифікація, принципи побудови та характерні особливості самонастроюваних систем керування та контролю
3. Мета і задачі екстремального керування.
4. Огляд методів пошуку екстремуму в системах екстремального управління.
5. Обмеження на фазові координати ОК і параметри закону керування
6. Поняття екстремуму функціоналу
7. Варіаційна задача на пошук екстремуму. Рівняння Ейлера
8. Варіаційна задача на пошук екстремуму. Задача Лагранжа.
9. Застосування принципу максимуму при побудові оптимальної системи.
10. Застосування принципу оптимальності Белмана в системах керування.
11. Постановка задачі оптимізації. Класифікація задач оптимізації та управління
12. Критерії оптимізації в задачах оптимального управління
13. Принцип максимуму як необхідна умова оптимальності системи управління
14. Постановка задачі оптимізації. Поняття задачі математичного програмування.
15. Класифікація задач оптимізації та управління. Поняття задачі нелінійного програмування.
16. Класифікація задач оптимізації та управління. Задачі варіаційного числення.
17. Графічний метод розв'язку задачі лінійного програмування. Алгоритм графічного методу розв'язку задачі лінійного програмування.
18. Математична задача лінійного програмування. Математична постановка задачі лінійного програмування.
19. Математична задача лінійного програмування. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування.
20. Аналітичні методи розв'язку задачі лінійного програмування. Симплекс-метод розв'язку задачі лінійного програмування.
21. Аналітичні методи розв'язку задачі лінійного програмування. Алгоритм симплекс-методу.
22. Двоїста задача лінійного програмування. Теореми двоїстості.
23. Прямі і двоїста задачі лінійного програмування.
24. Двоїста задача лінійного програмування. Ознака оптимальності опорного плану.

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  |                | стор. 8 з 31                      |

**“*Методологія прикладних досліджень у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій*”**

1. Повний факторний експеримент. Матриця планування експерименту.
2. Оптимізація використання простору незалежних перемінних.
3. Ідентифікація великих систем: фактори, факторний простір, поверхні відгуку.
4. Облік міжфакторної взаємодії в повному факторному експерименті.
5. Однофакторний і багатофакторний експерименти. Основні переваги багатофакторних експериментів над одно факторними.
6. Геометрична інтерпретація факторних планів. Навести приклад геометричного зображення повних факторних планів 21, 22, 23.
7. Матриця плану експерименту. Одержання матриці повного трьохфакторного плану на підставі матриці двохфакторного експерименту.
8. Основні властивості повних факторних планів.
9. Способи і критерії порівняння експериментів.
10. Інформаційна матриця. Призначення і застосування при плануванні експерименту.


**“*Бортові інтегровані системи управління та навігації*”**

1. Основні алгоритми обробки інформації в пілотажно – навігаційних комплексах. Схема компенсації.
2. Основні алгоритми обробки інформації в пілотажно – навігаційних комплексах. Схема фільтрації
3. Методи оптимальної обробки інформації в ПНК. Алгоритм оцінювання за методом найменших квадратів
4. Методи оптимальної обробки інформації в ПНК Алгоритм оцінювання за методом максимуму правдоподібності
5. Методи оптимальної обробки інформації в ПНК. Алгоритм неперервного оптимального фільтра Калмана
6. Автоматизація процесів управління на етапі розбігу. Схеми з прогнозуванням розбігу
7. Автоматизація управління на етапі набору висоти
8. Корекція обчислених координат поточного місцеположення ЛА.
9. Корекція обчислених координат поточного місцеположення ЛА за допомогою РСДН
10. Корекція обчислених координат поточного місцеположення ЛА за допомогою РСБН

**“*Багатофункціональні системи автоматизованого управління польотом*”**

1. Шляхи розвитку систем управління пілотованих ЛА. Особливості систем управління безпілотних ЛА.
2. Структурні схеми систем управління ЛА. Перелік задач, що вирішують системи активного управління повітряних суден.
3. Вплив пружних деформацій на характеристики літака як об'єкта керування.
4. Підходи до отримання математичних моделей пружного літака.
5. Математична модель поздовжнього руху літака з урахуванням аеропружних коливань.




|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 9 з 31   |                                   |

6. Вплив пружних деформацій конструкції на динаміку контурів автоматичного управління. Способи послаблення впливу аеропружних коливань.
7. Комплексна корекція статичних і динамічних характеристик стійкості та керованості. Автомати поздовжнього управління.
8. Комплексна корекція статичних і динамічних характеристик стійкості та керованості. Автомати бічного управління.
9. Безпосереднє управління аеродинамічними силами. Корекція традиційного моментного управління.
10. Безпосереднє управління аеродинамічними силами. Роздільне управління окремими групами фазових координат.
11. Безпосереднє управління аеродинамічними силами. Адаптивне крило.
12. Безпосереднє управління аеродинамічними силами. Парирування впливу вітру та погашення аеропружних коливань.
13. Граничні режими польоту. Автомати обмеження граничних режимів.

## 2.2. Практична частина комплексних кваліфікаційних завдань

### *“Алгоритми комплексування в бортових інформаційних системах”*

1. Визначте координати початкової точкової точки, якщо довгота є  $E30^{\circ}30'$ , і є два показники широти. Географічна широта вимірюється двома системами: ІНС з помилкою  $\sigma_{INS}^2 = (2')^2$  і АНС  $\sigma_{AC}^2 = (3')^2$ .  
Знайдіть оцінку широти за методом максимуму правдоподібності, якщо показання систем такі:  $\varphi_{INS} = 50^{\circ}20'$ ,  $\varphi_{AC} = 50^{\circ}30'$ .
2. Схематично вкажіть пункти маршруту лінії заданого шляху для польотів по містах: Черкаси (N  $49^{\circ}26'$ , E  $32^{\circ}3'$ ), Суми (N  $50^{\circ}54'$ , E  $34^{\circ}48'$ ), Полтава (N  $49^{\circ}34'$ , E  $34^{\circ}34'$ ), Харків (N  $50^{\circ}0'$ , E  $36^{\circ}15'$ ). Останньою точкою є Дніпро (N  $48^{\circ}27'$ , E  $35^{\circ}1'$ ).  
Обчислити шляхові кути  $\psi$  і та відстані між двома ППМ (у км) для кожного відрізка маршруту..
3. Показання з трьох однакових систем, які вимірюють максимальний можливий кут крену  $\gamma$ :
 
$$\begin{cases} z_1 = 2\gamma + \xi_1; \\ z_2 = 0.5\gamma + \xi_2; \\ z_3 = \gamma + \xi_3, \end{cases}$$
 Знайдіть оцінку кута крену, використовуючи метод найменших квадратів, якщо  $z_1 = 15^{\circ}30'$ ,  $z_2 = 15^{\circ}25'$ ,  $z_3 = 15^{\circ}05'$
4. Літак пролітає по маршруту зі шляховою швидкістю 180 м/с на висоті 9 км з максимальним можливим кутом крену  $12^{\circ}$ . Помилка числення шляху  $\sigma_{dr} = (0.5 + 0.5\%S)$  км. Черкаси (N  $49^{\circ}26'$ , E  $32^{\circ}3'$ ), Суми (N  $50^{\circ}54'$ , E  $34^{\circ}48'$ ), Полтава (N  $49^{\circ}34'$ , E  $34^{\circ}34'$ ), Харків (N  $50^{\circ}0'$ , E  $36^{\circ}15'$ ). Останньою точкою є Дніпро (N  $48^{\circ}27'$ , E  $35^{\circ}1'$ ).  
Намалюйте залежність  $\sigma_{dr}$  (S).
5. Визначте радіус дії радіомаяків у Миргороді (N  $49^{\circ}57'$ , E  $33^{\circ}36'$ ), Канів (N  $49^{\circ}45'$ , E  $31^{\circ}28'$ ), Красноград (N  $49^{\circ}22'$ , E  $35^{\circ}27'$ ) і намалюйте їх, щоб визначити моменти корекції та її необхідність для маршруту: Черкаси (N  $49^{\circ}26'$ , E  $32^{\circ}3'$ ), Суми (N  $50^{\circ}54'$ , E  $34^{\circ}48'$ ), Полтава (N  $49^{\circ}34'$ , E  $34^{\circ}34'$ ), Харків (N  $50^{\circ}0'$ , E  $36^{\circ}15'$ ). Останньою точкою є Дніпро (N  $48^{\circ}27'$ , E  $35^{\circ}1'$ ).

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 10 з 31  |                                   |

6. Маршрут польоту: Черкаси (N 49 ° 26 ', E 32 ° 3'), Суми (N 50 ° 54 ', E 34 ° 48'), Полтава (N 49 ° 34 ', E 34 ° 34'), Харків (N 50 ° 0 ', E 36 ° 15'). Останньою точкою є Дніпро (N 48 ° 27 ', E 35 ° 1'). Визначте лінійне упередження розвороту для кожного відрізка маршруту, якщо швидкість 170 м/с та крен 10°.
7. Визначте координати початкової точкової точки, якщо широта є N50°45', і є два показники довготи. Географічна довгота вимірюється двома системами: ІНС з помилкою  $\sigma_{INS}^2 = (2')^2$  і АНС  $\sigma_{AC}^2 = (4')^2$ . Знайдіть оцінку довготи за методом максимума правдоподібності, якщо показання систем такі:  $\lambda_{INS} = 37^\circ 30'$ ,  $\lambda_{AC} = 37^\circ 36'$ .
8. Схематично вкажіть пункти маршруту лінії заданого шляху для польотів по містах: Калуга (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Тверь (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Новгород ( N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Псков (N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). Останньою точкою є Санкт-Петербург (N 59 ° 57 ', E 30°19'). Обчислити шляхові кути  $\psi$  та відстані між двома ППМ для кожного відрізка маршруту.
9. Показання трьох однакових систем, які вимірюють максимальний можливий кут крену  $\gamma$ :
- $$\begin{cases} z_1 = 3\gamma + \xi_1; \\ z_2 = 0.4\gamma + \xi_2; \\ z_3 = 0.2\gamma + \xi_3, \end{cases}$$
- Знайдіть оцінку кута крену, використовуючи метод найменших квадратів, якщо  $z_1 = 10^\circ 25'$ ,  $z_2 = 10^\circ 05'$ ,  $z_3 = 10^\circ 15'$ .
10. Літак пролітає по маршруту зі шляховою швидкістю 130 м/с на висоті 8 км з максимальним можливим кутом крену 11°. Помилка числення шляху  $\sigma_{dr} = (0.5 + 0.5\%S)$  км. Калуга (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Тверь (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Новгород ( N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Псков (N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). Останньою точкою є Санкт-Петербург (N 59 ° 57 ', E 30°19'). Намалюйте залежність  $\sigma_{dr}(S)$ .
11. Визначте радіус дії радіомаяків у Обнінську (N 55 ° 6 ', E 36 ° 37'), Выборг (N 60 ° 42 ', E 28 ° 45'), Дубна (N 56 ° 43 ', E 37 ° 10 ') і намалюйте їх, щоб визначити моменти корекції і необхідність корекції для маршруту: Калуга (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Тверь (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Новгород ( N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Псков (N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). Останньою точкою є Санкт-Петербург (N 59 ° 57 ', E 30°19').
12. Маршрут польоту: Калуга (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Тверь (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Новгород ( N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Псков (N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). Останньою точкою є Санкт-Петербург (N 59 ° 57 ', E 30°19'). Визначте лінійне упередження розвороту для кожного відрізка маршруту, якщо швидкість 150 м/с та крен 8°.


**“Методи моделювання та оптимізації систем та процесів”**

1. Визначити спостережуваність та керованість заданого об'єкту керування, математична модель якого має вигляд:

$$W(s) = \frac{1,2}{0,8s^3 + 1,7s^2 + 3,5s + 1,9}$$

2. Визначити спостережуваність та керованість заданого об'єкту керування, математична модель якого має вигляд:

$$W(s) = \frac{0,75}{3,2s^3 + 1,5s + 2,5}$$

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 11 з 31  |                                   |

3. Визначити спостережуваність та керованість заданого об'єкту керування, математична модель якого має вигляд:

$$W(s) = \frac{1,8}{1,6s^3 + 2,8s^2 + 0,7}$$

4. Визначити спостережуваність та керованість заданого об'єкту керування, математична модель якого має вигляд:

$$\dot{x}_1 = 1,2x_1 + 0,7x_2$$

$$\dot{x}_2 = 0,3x_1 + 0,4x_2 + 1,1x_3$$

$$\dot{x}_3 = 1,2x_2 + 0,7x_3$$

5. Визначити спостережуваність та керованість заданого об'єкту керування, математична модель якого має вигляд:

$$\dot{x}_1 = 0,5x_1 + 0,2x_2 + 3,0x_3$$

$$\dot{x}_2 = 2,5x_1 + 1,8x_2$$

$$\dot{x}_3 = 0,2x_2 + 2,5x_3$$

6. Визначити спостережуваність та керованість заданого об'єкту керування, математична модель якого має вигляд:

$$\dot{x}_1 = 0,1x_1 + 0,5x_2 + 0,8x_3$$

$$\dot{x}_2 = 1,4x_1 + 2,0x_2 + 1,2x_3$$

$$\dot{x}_3 = 1,5x_2 + 0,5x_3$$

7. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$x''(t) + 3,3x'(t) - 0,7x(t) = u(t)$$

застосовуючи методи варіаційного числення знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(вважається, що ОУ спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

8. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$x''(t) + 4,1x'(t) - 1,8x(t) = u(t)$$

застосовуючи методи варіаційного числення знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :


$$I = \int_0^{\infty} x^2 dt$$

(вважається, що ОУ спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

9. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$x''(t) + 3,6x'(t) + 0,35x(t) = u(t)$$

застосовуючи методи варіаційного числення знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   | стор. 12 з 31  |                |                                   |

$$I = \int_0^{\infty} u^2 dt$$

(вважається, що об'єкт спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

10. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$x''(t) + 3,3x'(t) - 0,7x(t) = u(t)$$

застосовуючи методи динамічного програмування знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(вважається, що об'єкт спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

11. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$x''(t) + 4,1x'(t) - 1,8x(t) = u(t)$$

застосовуючи методи динамічного програмування знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} x^2 dt$$

(вважається, що об'єкт спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

12. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$x''(t) + 3,6x'(t) + 0,35x(t) = u(t)$$

застосовуючи методи динамічного програмування знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} u^2 dt$$

(вважається, що об'єкт спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

13. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$W(s) = \frac{2,5}{1,5s + 1,1}$$

застосовуючи методи варіаційного числення знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :


$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(вважається, що об'єкт спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

14. Для об'єкту, математична модель якого описується диференціальним рівнянням

$$W(s) = \frac{0,5}{0,5s + 0,2}$$

застосовуючи методи динамічного програмування знайти оптимальне керування  $u(t)$  згідно за критерієм якості  $I(x(t), u(t))$ :

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 13 з 31  |                                   |

$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(вважається, що об'єкт спостережуваний, керований, обмежень на фазові координати і керування не існує).

15. Для каналу тангажа автопілота математична модель якого дана у вигляді:

$$\dot{\vartheta} = -0,6\vartheta + 1,3\delta_B,$$

синтезувати оптимальне за швидкодією управління згідно критерію  $\int_0^{t_k} \Delta \vartheta^2 dt$

16. Синтезувати оптимальне за швидкодією керування для системи автоматичної орієнтації КЛА, математична модель якого має вигляд:

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1,0 \\ -0,5 & 0,9 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1,6 \end{pmatrix}.$$

17. Вирішити задачу оптимального керування методом динамічного програмування, якщо математична модель об'єкта описується у вигляді:  $\dot{x}_1 = ax_1 + bu$ , а критерій оптимальності

$$I = \int_0^x (a_1 x_1^2 + \beta_1 u^2) dt, \quad x_1(0) = x_1^0, \quad x_1(\infty) = 0$$

де  $a_1 = 1, \beta_1 = 0,5$ .

18. Виконати синтез оптимального управління для каналу крену системи автоматичного керування ПС, математична модель якого описана  $\dot{x} = Ax + Bu$ ,

$$\text{де } x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

з використанням метода динамічного програмування,

$$\text{де } a_{11} = -0,75, \quad a_{12} = 0,9, \quad a_{22} = 1, \quad b_2 = -0,75, \quad \int_0^{\infty} (x^2 + 0,5u^2) dt$$

19. Записати рівняння Ейлера для функціонала

$$I = \int_0^T (u^2 + T^2 \dot{u}^2) dt,$$


при наявності обмеження виду  $au + b = 0$ .

20. Використовуючи принцип максимуму, здійснити синтез оптимального за точністю керування для каналу крену, математична модель якого описана  $\dot{x} = Ax + Bu$ ,

$$\text{де } x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix},$$

21. Вирішити задачу оптимального керування методом динамічного програмування, модель об'єкта описується у вигляді:  $\dot{x}_1 = ax_1 + bu$ , критерій оптимальності

$$I = \int_0^x (a_1 x_1^2 + \beta_1 u^2) dt, \quad x_1(0) = x_1^0, \quad x_1(\infty) = 0$$

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 14 з 31  |                                   |

22. Здійснити, використовуючи метод варіаційного числення, синтез оптимального управління для каналу крену, математична модель якого має вигляд  $\dot{x} = Ax + Bu$ ,

$$\text{де } x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix},$$

Знайти момент перемикання оптимального з швидкодії управління для об'єкту:

$$\dot{x}_1 = x_2(t); \quad \dot{x}_2 = b_0 u(t); \quad |u(t)| \leq U_{\max}.$$

Відомо, що оптимальне управління у даному випадку являється релейним й на основі теореми  $n$ -інтервалів містить одне переключення й два інтервали управління.

23. Математична модель об'єкта визначена у вигляді:

$$\dot{X} = AX + Bu, \quad \text{де } X = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

Визначити закон керування об'єкта згідно критерію якості  $\int_0^{t_k} X^2 dt$

24. Розв'язати задачу оптимального керування методом динамічного програмування, математична модель об'єкта описується у вигляді:  $\dot{x}_1 = ax_1 + bu$ , критерій оптимальності


$$I = \int_0^x (a_1 x_1^2 + \beta_1 u^2) dt, \quad x_1(0) = x_1^0, \quad x_1(\infty) = 0$$

25. Проаналізувати керованість системи, що описується матричним рівнянням

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

**“Багатофункціональні системи автоматизованого управління польотом”**

- Для автопілоту крену з жорстким зворотнім зв'язком записати астатичний закон управління, скласти структурну схему контуру керування й оцінити статичні характеристики контуру
- Для автопілоту крену з жорстким зворотнім зв'язком записати астатичний закон управління, скласти структурну схему контуру керування й оцінити статичні характеристики контуру
- Для математичної моделі ПС в режимі координованого розвороту оцінити асимптотичну стійкість руху
- Для автопілоту тангажа з жорстким зворотнім зв'язком записати астатичний закон управління, скласти структурну схему контуру й оцінити статичні характеристики
- Для математичної моделі ПС в режимі плоского розвороту оцінити асимптотичну стійкість руху
- Для каналу руля направлення скласти структурну схему демпферу рискання. Записати передаточну функцію замкненого контуру

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 15 з 31  |                                   |

## 2. CONTENTS OF THE PROGRAM MATERIAL FROM THE DISCIPLINES, WHICH ARE SUBMITTED TO THE QUALIFICATION EXAMINATION


### 2.1. The theoretical part of complex qualification tasks

#### *" Algorithms of Aggregation in On-board Information Systems "*

1. Structural diagram of a single-channel INS
2. Look at the dynamics of the leveling platform of the inertial system at the route flight stage. Give analytical dependences and graphs of changes in  $V, S$ .
3. INS damping from the speed corrector
4. INS correction from the position corrector
5. Exhibition modes of INS
6. Strapdown INS
7. Algorithms for calculating barometric height.
8. Algorithms for calculating air speed.

#### *" Methods of Modeling and Optimization of Systems and Processes "*

1. Classification and characteristic features of adaptive control and monitoring systems
2. Classification, principles of construction and characteristic features of self-adjusting control and monitoring systems
3. Purpose and tasks of extreme control.
4. Review of methods of finding extremum in extreme control systems.
5. Restrictions on the phase coordinates of the control object and parameters of the control law
6. The concept of the extremum of a functional
7. Variational problem for finding the extremum. Euler's equation
8. Variational problem for finding the extremum. Lagrange's problem.
9. Application of the maximum principle when building an optimal system.
10. Application of Bellman's principle of optimality in control systems.
11. Formulation of the optimization problem. Classification of optimization and control problems
12. Optimization criteria in optimal control problems
13. The principle of the maximum as a necessary condition for the optimality of the control system
14. Formulation of the optimization problem. The concept of a mathematical programming problem.
15. Classification of optimization and control tasks. The concept of a nonlinear programming problem.
16. Classification of optimization and control tasks. Problems of calculus of variations.
17. Graphical method of solving the problem of linear programming. Algorithm of the graphical method of solving the problem of linear programming.
18. Mathematical problem of linear programming. Mathematical formulation of the problem of linear programming.
19. Mathematical problem of linear programming. Geometric interpretation of the problem of linear programming.
20. Analytical methods for solving linear programming problems. A simplex method for solving a linear programming problem.

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 16 з 31  |                                   |

21. Analytical methods for solving linear programming problems. Algorithm of the simplex method.
22. Dual linear programming problem. Duality theorems.
23. Direct and dual problems of linear programming.
24. Dual linear programming problem. A sign of the optimality of the reference plan.

***“Methodology of Applied Research in the Field of Automation and Computer-Integrated Technologies”***

1. Complete factorial experiment. Experiment planning matrix.
2. Optimizing the use of the space of independent variables.
3. Identification of large systems: factors, factor space, response surfaces.
4. Accounting for interfactorial interaction in a full factorial experiment.
5. Univariate and multivariate experiments. The main advantages of multifactorial experiments over single-factorial ones.
6. Geometric interpretation of factor plans. Give an example of a geometric representation of complete factor plans 21, 22, 23.
7. Experiment plan matrix. Obtaining the matrix of a complete three-factor plan based on the matrix of a two-factor experiment.
8. Main properties of full factorial plans.
9. Methods and criteria for comparing experiments.
10. Information matrix. Purpose and application in experiment planning.


***“On-board Integrated Systems of Control and Navigation ”***

1. Basic algorithms of information processing in flight and navigation complexes (FNC). Scheme of compensation.
2. Basic algorithms of information processing in FNC. Filtering scheme
3. Methods of optimal processing of information in FNC. Least squares estimation algorithm
4. Methods of optimal processing of information in FNC Assessment algorithm by the method of maximum likelihood
5. Methods of optimal processing of information in FNC. Algorithm of continuous optimal Kalman filter
6. Automation of control processes at the start-up stage. Schemes with prediction of run-up
7. Control automation during the climb stage
8. Correction of the calculated coordinates of the current location of the aircraft.
9. Correction of the calculated coordinates of the current location of the aircraft using long-range radio navigation systems
10. Correction of the calculated coordinates of the current location of the aircraft using near-field navigation radio systems

***“ Multifunctional Systems for Automated Flight Control ”***

1. Ways of development of manned aircraft control systems. Features of control systems of unmanned aerial vehicles.
2. Structural diagrams of aircraft control systems. List of tasks solved by active aircraft control systems.
3. The influence of elastic deformations on the characteristics of the aircraft as a control object.
4. Approaches to obtaining mathematical models of an elastic plane.




|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 17 з 31  |                                   |

5. Mathematical model of the longitudinal motion of the aircraft taking into account aeroelastic vibrations.
6. The influence of elastic deformations of the structure on the dynamics of automatic control circuits. Ways to reduce the impact of aeroelastic vibrations.
7. Complex correction of static and dynamic characteristics of stability and controllability. Longitudinal control machines.
8. Complex correction of static and dynamic characteristics of stability and controllability. Lateral control machines.
9. Direct control of aerodynamic forces. Correction of traditional instantaneous control.
10. Direct control of aerodynamic forces. Separate control of separate groups of phase coordinates.
11. Direct control of aerodynamic forces. Adaptive wing.
12. Direct control of aerodynamic forces. Parrying the impact of wind and damping aeroelastic oscillations.
13. Limiting modes of flight. Automata limiting limit modes

## 2.2. Practical part of complex qualification task

### *“ Algorithms of Aggregation in On-board Information Systems ”*

1. Determine the coordinates of the starting point if the longitude is E30°30' and there are two latitudes. Geographical latitude is measured by two systems: INS with error  $\sigma_{INS}^2 = (2')^2$  and ANS  $\sigma_{AS}^2 = (3')^2$ .  
Find the latitude estimate by the maximum likelihood method, if the readings of the systems are as follows:  $\varphi_{INS} = 50^\circ 20'$ ,  $\varphi_{AS} = 50^\circ 30'$ .
2. Schematically indicate the route points of the given path line for flights through the cities: Cherkasy (N 49° 26', E 32° 3'), Sumy (N 50° 54', E 34° 48'), Poltava (N 49° 34', E 34° 34'), Kharkiv (N 50° 0', E 36° 15'). The last point is the Dnipro (N 48° 27', E 35° 1').  
Calculate the path angles  $\psi$  and the distances between two intermediate points of the route (IPR)(in km) for each segment of the route.
3. Readings from three identical systems that measure the maximum possible roll angle  $\gamma$ :
 
$$\begin{cases} z_1 = 2\gamma + \xi_1; \\ z_2 = 0.5\gamma + \xi_2; \\ z_3 = \gamma + \xi_3, \end{cases}$$
 Find an estimate of the roll angle using the least squares method if  $z_1 = 15^\circ 30'$ ,  $z_2 = 15^\circ 25'$ ,  $z_3 = 15^\circ 05'$
4. An airplane flies along a route with a cruising speed of 180 m/s at an altitude of 9 km with a maximum possible roll angle of 12°. Path calculation error  $\sigma_{dr} = (0.5 + 0.5\%S)$  km. Cherkasy (N 49° 26', E 32° 3'), Sumy (N 50° 54', E 34° 48'), Poltava (N 49° 34', E 34° 34'), Kharkiv (N 50° 0', E 36° 15'). The last point is the Dnipro (N 48° 27', E 35° 1').  
Draw the dependence  $\sigma_{dr}(S)$ .
5. Determine the range of radio beacons in Myrhorod (N 49° 57', E 33° 36'), Kaniv (N 49° 45', E 31° 28'), Krasnograd (N 49° 22', E 35° 27') and draw them to determine the points of correction and its necessity for the route: Cherkasy (N 49° 26', E 32° 3'), Sumy (N 50° 54', E 34° 48'), Poltava (N 49° 34', E 34° 34'), Kharkiv (N 50° 0', E 36° 15'). The last point is the Dnipro (N 48° 27', E 35° 1').

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 18 з 31  |                                   |

6. Flight route: Cherkasy (N 49 ° 26 ', E32 ° 3'), Sumy (N 50 ° 54 ', E 34 ° 48'), Poltava (N 49 ° 34 ', E 34 ° 34'), Kharkiv (N 50 ° 0 ', E 36 ° 15'). The last point is the Dnipro (N 48 ° 27 ', E 35 ° 1'). Determine the linear yaw bias for each route segment if the speed is 170 m/s and the roll is 10°.
7. Determine the coordinates of the starting point if the latitude is N50°45', and there are two longitudes. Geographic longitude is measured by two systems: INS with error  $\sigma_{INS}^2 = (2')^2$  and ANS  $\sigma_{AS}^2 = (4')^2$ . Find the longitude estimate by the method of maximum likelihood if the readings of the systems are as follows:  
 $\lambda_{INS} = 37^\circ 30'$ ,  $\lambda_{AS} = 37^\circ 36'$ .
8. Schematically indicate the route points of the given path line for flights over the cities: Kaluga (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Tver (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Novgorod ( N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Pskov (N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). The last point is St. Petersburg
10. (N 59 ° 57 ', E30 ° 19'). Calculate the path angles  $\psi$  and distances between two PPMs for each route segment.
11. Readings of three identical systems that measure the maximum possible roll angle  $\gamma$ :
 
$$\begin{cases} z_1 = 3\gamma + \xi_1; \\ z_2 = 0.4\gamma + \xi_2; \\ z_3 = 0.2\gamma + \xi_3, \end{cases}$$
 Find the estimate of the roll angle using the method of least squares if  $z_1 = 10^\circ 25'$ ,  $z_2 = 10^\circ 05'$ ,  $z_3 = 10^\circ 15'$ .
12. The plane flies along the route with a cruising speed of 130 m/s at an altitude of 8 km with a maximum possible roll angle of 11°. Path calculation error  $\sigma_{dr} = (0.5 + 0.5\%S)$  km. Kaluga (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Tver (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Novgorod (N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Pskov (N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). The last point is St. Petersburg
13. (N 59 ° 57 ', E30 ° 19'). Draw the dependence  $\sigma_{dr}(S)$ .
14. Determine the range of radio beacons in Obninsk (N 55 ° 6 ', E 36 ° 37'), Vyborg (N 60 ° 42 ', E 28 ° 45'), Dubna (N 56 ° 43 ', E 37 ° 10 ') and draw them to determine the points of correction and the need for correction for the route: Kaluga (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Tver (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Novgorod ( N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Pskov (N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). The last point is St. Petersburg (N 59 ° 57 ', E30 ° 19').
15. Flight route: Kaluga (N 54 ° 31 ', E 36 ° 16'), Tver (N 56 ° 51 ', E 35 ° 55'), Novgorod ( N 58 ° 31 ', E 31 ° 16'), Pskov ( N 57 ° 49 ', E 28 ° 19'). The last point is St. Petersburg (N 59 ° 57 ', E30 ° 19'). Determine the linear yaw bias for each route segment if the speed is 150 m/s and the roll is 8°.


**“Methods of Modeling and Optimization of Systems and Processes”**

1. Determine the observability and controllability of a given control object, the mathematical model of which has the form:

$$W(s) = \frac{1,2}{0,8s^3 + 1,7s^2 + 3,5s + 1,9}$$

2. Determine the observability and controllability of a given control object, the mathematical model of which has the form:

$$W(s) = \frac{0,75}{3,2s^3 + 1,5s + 2,5}$$

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 19 з 31  |                                   |

3. Determine the observability and controllability of a given control object, the mathematical model of which has the form:

$$W(s) = \frac{1,8}{1,6s^3 + 2,8s^2 + 0,7}$$

4. Determine the observability and controllability of a given control object, the mathematical model of which has the form:

$$\dot{x}_1 = 1,2x_1 + 0,7x_2$$

$$\dot{x}_2 = 0,3x_1 + 0,4x_2 + 1,1x_3$$

$$\dot{x}_3 = 1,2x_2 + 0,7x_3$$

5. Determine the observability and controllability of a given control object, the mathematical model of which has the form:

$$\dot{x}_1 = 0,5x_1 + 0,2x_2 + 3,0x_3$$

$$\dot{x}_2 = 2,5x_1 + 1,8x_2$$

$$\dot{x}_3 = 0,2x_2 + 2,5x_3$$

6. Determine the observability and controllability of a given control object, the mathematical model of which has the form:

$$\dot{x}_1 = 0,1x_1 + 0,5x_2 + 0,8x_3$$

$$\dot{x}_2 = 1,4x_1 + 2,0x_2 + 1,2x_3$$

$$\dot{x}_3 = 1,5x_2 + 0,5x_3$$

7. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$x''(t) + 3,3x'(t) - 0,7x(t) = u(t)$$

using methods of variational calculus to find optimal control  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

8. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$x''(t) + 4,1x'(t) - 1,8x(t) = u(t)$$

using methods of variational calculus to find optimal control  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :


$$I = \int_0^{\infty} x^2 dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

9. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$x''(t) + 3,6x'(t) + 0,35x(t) = u(t)$$

using methods of variational calculus to find optimal control  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   | стор. 20 з 31  |                |                                   |

$$I = \int_0^{\infty} u^2 dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

10. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$x''(t) + 3,3x'(t) - 0,7x(t) = u(t)$$

find optimal control using dynamic programming methods  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

11. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$x''(t) + 4,1x'(t) - 1,8x(t) = u(t)$$

find optimal control using dynamic programming methods  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} x^2 dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

12. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$x''(t) + 3,6x'(t) + 0,35x(t) = u(t)$$

find optimal control using dynamic programming methods  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :

$$I = \int_0^{\infty} u^2 dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

13. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$W(s) = \frac{2,5}{1,5s + 1,1}$$

using methods of variational calculus to find optimal control  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :


$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

14. For an object whose mathematical model is described by a differential equation

$$W(s) = \frac{0,5}{0,5s + 0,2}$$

find optimal control using dynamic programming methods  $u(t)$  according to the quality criterion  $I(x(t), u(t))$ :

|   |   |                |                                   |
|---|---|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамєну<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-<br/>інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення<br/>та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |   | стор. 21 з 31  |                                   |

$$I = \int_0^{\infty} (x^2 + u^2) dt$$

(it is considered that the control object is observed and controlled, there are no restrictions on phase coordinates and control).

15. For the pitch channel of the autopilot, the mathematical model of which is given in the form:

$$\dot{\vartheta} = -0,6\vartheta + 1,3\delta_B,$$

to synthesize optimal control in terms of speed according to the criterion  $\int_0^{t_k} \Delta\vartheta^2 dt$

16. To synthesize the speed-optimal control for the automatic orientation system of the space aircraft, the mathematical model of which has the form:

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1,0 \\ -0,5 & 0,9 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1,6 \end{pmatrix}.$$

17. To solve the problem of optimal control by the method of dynamic programming, if the mathematical model of the object is described in the form:  $\dot{x}_1 = ax_1 + bu$ , and the criterion of optimality

$$I = \int_0^x (a_1 x_1^2 + \beta_1 u^2) dt, \quad x_1(0) = x_1^0, \quad x_1(\infty) = 0$$

where  $a_1 = 1, \beta_1 = 0,5$ .

18. Perform a synthesis of optimal control for the roll channel of the automatic control system of the aircraft, the mathematical model of which is described  $\dot{x} = Ax + Bu$ ,

$$\text{where } x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

using the method of dynamic programming,

$$\text{where } a_{11} = -0,75, \quad a_{12} = 0,9, \quad a_{22} = 1, \quad b_2 = -0,75, \quad \int_0^{\infty} (x^2 + 0,5u^2) dt$$

19. Write Euler's equation for the functional


$$I = \int_0^T (u^2 + T^2 \dot{u}^2) dt,$$

if there is a species restriction  $au + b = 0$ .

20. Using the principle of the maximum, carry out a synthesis of optimal control in terms of accuracy for the roll channel, the mathematical model of which is described  $\dot{x} = Ax + Bu$ ,

$$\text{where } x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix},$$

21. To solve the problem of optimal control by the method of dynamic programming, the model of the object is described in the form:  $\dot{x}_1 = ax_1 + bu$ , criterion of optimality

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 22 з 31  |                                   |

$$I = \int_0^x (a_1 x_1^2 + \beta_1 u^2) dt, x_1(0) = x_1^0, x_1(\infty) = 0$$

22. Carry out, using the method of variational calculus, the synthesis of optimal control for the roll channel, the mathematical model of which has the form  $\dot{x} = Ax + Bu$ ,

where  $x = (x_1, x_2)^T$ ,  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix}$ ,

23. Find the moment of switching the optimal control speed for the object:

$$\dot{x}_1 = x_2(t); \quad \dot{x}_2 = b_0 u(t); \quad |u(t)| \leq U_{\max}.$$

It is known that the optimal control in this case is relay and, based on the theorem of  $n$ -intervals, contains one switching and two control intervals.

24. The mathematical model of the object is defined in the form:

$$\dot{X} = AX + Bu, \text{ де } X = (x_1, x_2)^T, A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

Determine the control law according to the quality criterion  $\int_0^{t_k} X^2 dt$

25. To solve the problem of optimal control by the method of dynamic programming, the mathematical model of the object is described in the form:  $\dot{x}_1 = ax_1 + bu$ , the optimality criterion is as follows


$$I = \int_0^x (a_1 x_1^2 + \beta_1 u^2) dt, x_1(0) = x_1^0, x_1(\infty) = 0$$

26. Analyze the controllability of the system described by the matrix equation

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

### “ Multifunctional Systems for Automated Flight Control ”

1. For a roll autopilot with rigid feedback, write down the astatic control law, draw up a structural diagram of the control loop, and evaluate the static characteristics of the loop
2. For a roll autopilot with rigid feedback, write down the astatic control law, draw up a structural diagram of the control circuit and evaluate the static characteristics of the circuit
3. To estimate the asymptotic stability of motion for the mathematical model of the aircraft in the mode of a coordinated turn
4. For a pitch autopilot with rigid feedback, write down an astatic control law, draw up a structural circuit diagram, and evaluate static characteristics
5. To estimate the asymptotic stability of motion for the mathematical model of the aircraft in the plane turn mode
6. For the rudder channel, make a structural diagram of the yaw damper. Write down the transfer function of the closed circuit

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 23 з 31  |                                   |


### 3. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

#### 3.1. Основна література

1. Рогожин В.О., Синєглазов В.М., Філяшкін М.К. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден: Підручник. – К., НАУ, 2020 – 316 с.
2. Синєглазов В.М., Філяшкін М.К. Автоматизовані системи управління повітряних суден. К., НАУ. 2022. – 465 с.
3. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. - К.: Книжкове вид-во НАУ, 2018. - 201 с.
4. Лебідь Р.Д., Жуков І.А., Гузій М.М. Математичні методи в моделюванні систем: Навч. посібник. – К., НАУ, 2019 – 136 с.
5. Чумак ВЛ. та інші Основи наукових досліджень. – К., НАУ, 2019 – 136 с.
6. Тютюнник А. Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування: навчальний посібник для студ. вузів. - ЖІТІ. – Житомир, 2022.
7. Тунік А.А., Абрамович О.О. Основи сучасної теорії управління. Навчальний посібник. – К.: Видавництво Національного авіаційного університету «НАУ-друк», 2019. – 260 с.

#### 3.2. Додаткова література

1. Аблесімов О.К. Теорія автоматичного керування. К.: Освіта України, 2019. – 271 с.
2. Синєглазов В.М., Решетняк Є.П., Зіатдінов Ю.К. Активне керування як засіб підвищення ресурсу повітряних суден. К., Техніка, 2020.-230 с.
3. Захарін Ф.М., Синєглазов В.М., Філяшкін М.К. Алгоритмічне забезпечення інерціально-супутникових систем навігації: Монографія. К., НАУ, 2018.
4. Соколов С. В. Оптимальні та адаптивні системи : навчальний посібник / Суми : Сумський державний університет, 2018. –221 с.
5. Desineni Subbaram Naidu. Optimal control systems. – Boca Raton, Fla. : CRC Press, 2019. – 433 p..
6. М.Р. Mukhina, V.O. Rogozhyn, A.V. Skrypets, M.K. Filiashkin Airplane Autonomous Navigation Systems / Manual – К.: НАУ, 2019. – 310 p.

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 24 з 31  |                                   |

#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКІВ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

Підсумкова рейтингова оцінка з кваліфікаційного екзамену є еквівалентом підсумкової семестрової рейтингової оцінки. Вона визначається, виходячи із 100-бальної шкали, з наступним переведенням до оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл.1).

Таблиця 1

Шкала оцінювання підсумків виконання завдань кваліфікаційного екзамену

| Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою | Оцінка за шкалою ECTS |
|----------------|-------------------------------|-----------------------|
| 90 – 100       | Відмінно                      | A                     |
| 82 – 89        | Добре                         | B                     |
| 75 – 81        |                               | C                     |
| 67 – 74        | Задовільно                    | D                     |
| 60 – 66        |                               | E                     |
| 35 – 59        | Незадовільно                  | FX                    |
| 1 – 34         |                               | F                     |

Підсумкова рейтингова оцінка за складання кваліфікаційного екзамену визначається як сума оцінок за виконання завдань теоретичної та практичної частин.

Рейтингові оцінки за виконання кожного завдання екзаменаційного білету виставляються в балах з урахуванням відповідних критеріїв (табл. 2,3).

Рейтингова оцінка за виконання теоретичної частини екзаменаційного білету складається з суми балів за виконання її трьох завдань. Рейтингова оцінка за виконання практичної частини екзаменаційного білету складається з суми балів за виконання її двох завдань.


Оцінки за виконання кожної частини екзаменаційного білету визначаються в балах та за національною шкалою відповідно до табл. 4.

Рейтингові оцінки за виконання кожної частини екзаменаційного білету, а також підсумкова рейтингова оцінка, заносяться до Протоколу засідання екзаменаційної комісії (табл. 5).

До індивідуального навчального плану студента заноситься тільки підсумкова рейтингова оцінка, наприклад, так 90/Відм./А.

У випадку відсутності студента на кваліфікаційному екзамені з будь-яких причин, або отримання за його підсумками оцінки "Незадовільно" (за національною шкалою), питання подальшого навчання студента вирішується в установленому порядку.




|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 25 з 31  |                                   |

Таблиця 2

## Оцінювання виконання окремих завдань екзаменаційного білету

| Вид навчальної роботи        | Мак кількість балів | Критерії оцінювання підсумків виконання окремих завдань ККЗ  | Зміст критеріїв оцінювання підсумків виконання окремих завдань ККЗ | Оцінка в балах |
|------------------------------|---------------------|--|--|----------------|
| <b>Теоретична частина</b>    |                     | 1 Відповідність підсумків виконання ККЗ суті запропонованого завдання  | - відповідає повністю  | <b>4</b>       |
| Виконання завдання №1        | <b>20</b>           |  | - неповністю відповідає  | <b>3</b>       |
| Виконання завдання №2        | <b>20</b>           | 2 Повнота та ступінь обґрунтованих рішень, обсяг та рівень використаних знань і умінь  | - повно та обґрунтовано  | <b>4</b>       |
| Виконання завдання №3        | <b>20</b>           |  | - недостатньо повно та обґрунтовано                                | <b>3</b>       |
| Усього за теоретичну частину | <b>60</b>           | 3 Наявність елементів творчого, продуктивного мислення, оригінальність способів вирішення професійних та соціально-виробничих завдань                            | - повно та обґрунтовано  | <b>4</b>       |
| <b>Практична частина</b>     |                     |  | - типово (стандартне) вирішення завдання                           | <b>3</b>       |
| Виконання завдання №1        | <b>20</b>           | 4 Вміння аналізувати і оцінювати факти, події, застосовувати певні правила, методи, принципи, закони в конкретних ситуаціях та прогнозувати очікувані результати | - відсутність творчості та оригінальності                          | <b>1-2</b>     |
| Виконання завдання №2        | <b>20</b>           |  | - високий рівень   | <b>4</b>       |
|                              |                     |  | - середній рівень  | <b>3</b>       |
| Усього за практичну частину  | <b>40</b>           | 5 Вміння викладати матеріал професійно, логічно, послідовно, з дотриманням вимог ДСТУ  | - низький рівень   | <b>1-2</b>     |
| Усього за ККЗ                | <b>100</b>          |  | - матеріал викладено достатньо послідовно та логічно               | <b>4</b>       |
|                              |                     |  | - матеріал викладено недостатньо послідовно та логічно             | <b>3</b>       |
|                              |                     |  | - матеріал викладено непослідовно та нелогічно                     | <b>1-2</b>     |

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 26 з 31  |                                   |

Таблиця 3

Відповідність рейтингових оцінок за виконання окремих завдань екзаменаційного білету у балах оцінкам за національною шкалою

| Оцінка в балах | Оцінка за національною шкалою | Пояснення  |
|----------------|-------------------------------|--|
| 18 – 20        | Відмінно                      | Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок            |
| 16 – 17        | Добре                         | Виконання вище середнього рівня з кількома помилками             |
| 15             |                               | У загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок |
| 13 – 14        | Задовільно                    | Непогане виконання, але зі значною кількістю недоліків           |
| 12             |                               | Виконання задовольняє мінімальним критеріям                      |
| менше 12       | Незадовільно                  | Виконання не задовольняє мінімальним критеріям                   |

Таблиця 4


Відповідність рейтингових оцінок за виконання завдань екзаменаційного білету у балах оцінкам за національною шкалою

| Теоретична частина | Практична частина | Оцінка за національною шкалою |
|--------------------|-------------------|-------------------------------|
| 54 – 60            | 36 – 40           | Відмінно                      |
| 45 – 53            | 30 – 35           | Добре                         |
| 36 – 44            | 24 – 29           | Задовільно                    |
| менше 36           | менше 24          | Незадовільно                  |

Таблиця 5


Приклад заповнення протоколу засідання екзаменаційної комісії з проведення кваліфікаційного екзамену

| № пор. | ПІБ студента | Варіант завдання | Оцінка    |           |            |
|--------|--------------|------------------|-----------|-----------|------------|
|        |              |                  | Частина 1 | Частина 2 | Підсумкова |
|        |              |                  | 55/Відм.  | 36/Відм.  | 91/Відм./А |
|        |              |                  | 36/Задов. | 35/Добре  | 71/Задов/Д |
|        |              |                  | 60/Відм.  | 24/Задов. | 84/Добре/В |
|        |              |                  | 44/Задов. | 36/Відм.  | 80/Добре/С |

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 27 з 31  |                                   |

## **5. ПЕРЕЛІК ДОВІДКОВИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ, ЯКИМИ ДОЗВОЛЯЄТЬСЯ КОРИСТУВАТИСЬ ПІД ЧАС КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ**

- 5.1. Г.М. Барабаш, В.М. Кирилич, О.В. Пелюшкевич Збірник-довідник з курсу "Вища математика". Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019 – 257 с.
  - 5.2. Плакат «Структурні схеми та передаточні функції внутрішніх контурів автоматичного управління кутом крену».
  - 5.3. Плакат. «Схема інерціальної системи навігації з гіростабілізованою платформою».
  - 5.4. Довідник «Стандартна атмосфера. Гіпсометричні формули».
- Персональні комп'ютери (5шт.) з встановленим програмним забезпеченням MATLAB та MATHCAD.

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 28 з 31  |                                   |

Додаток 1

Національний авіаційний університет  
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів  
ОС «Магістр»

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»  
Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Освітньо-професійна програма: «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»

### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 3

Ви – науковий співробітник

#### Теоретична частина

1. Наведіть алгоритми обчислення повітряної швидкості.
2. Опишіть процедуру корекції обчислених координат поточного місцеположення ЛА за допомогою РСБН.
3. Ви працюєте в науково-дослідному центрі у якості інженера-дослідника. Опишіть критерії оптимізації в задачах оптимального управління.

#### Практична частина

1. Припустимо, що вас взяли на роботу ОКБ, яке займається проектуванням систем автоматичного управління ЛА. Вам доручили розробку контурів каналу елеронів.

Використовуючи принцип максимуму, здійснити синтез оптимального за точністю керування каналу крену, математична модель якого описана

$$\dot{x} = Ax + Bu,$$

$$\text{де } x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix},$$


2. Ви науковий співробітник, працюєте в Інституті космічних досліджень. Вам доручено синтезувати оптимальне за швидкодією керування для системи автоматичної орієнтації КЛА, математична модель якого має вигляд:

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1,0 \\ -0,5 & 0,9 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1,6 \end{pmatrix}.$$

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 22 від 22.04 2023  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Віктор СИНЕГЛАЗОВ

«22» квітня 2023 р.

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | Система менеджменту якості<br>Програма кваліфікаційного екзамену<br>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем» | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   | стор. 29 з 31  |                |                                   |

Закінчення додатку 1

National Aviation University  
 Faculty of Aeronautics, Electronics and Telecommunications  
 Department of aviation computer-integrated complexes  
 Master's degree  
 Field of knowledge: 15 "Automation and instrumentation"  
 Specialty: 151 "Automation and computer-integrated technologies"  
 Educational and professional program: "Information support and engineering of aviation computer systems"

### EXAMINATION TICKET No. 3

You are a researcher

#### Theoretical part

1. Give algorithms for calculating air speed.
2. Describe the procedure for correcting the calculated coordinates of the current location of the aircraft using RSBN.
3. You work in a research center as a research engineer.

#### Practical part

1. Let's assume that you were hired by OKB, which is engaged in the design of automatic aircraft control systems. You have been assigned to design the contours of the aileron channel.

Using the principle of the maximum, carry out a synthesis of the optimal in terms of accuracy control of the roll channel, the mathematical model of which is described

$$\dot{x} = Ax + Bu,$$


where  $x = (x_1, x_2)^T$ ,  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ 0 & a_{22} \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 0 \\ b_2 \end{pmatrix}$ .

2. You are a researcher working at the Institute of Space Research. You are tasked with synthesizing the speed-optimal control for the automatic orientation system of the KLA, the mathematical model of which has the form:

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad x = (x_1, x_2)^T, \quad A = \begin{pmatrix} 0 & 1,0 \\ -0,5 & 0,9 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1,6 \end{pmatrix}.$$

Approved at the department meeting  
 Protocol No. 22 of April 22, 2023  
 Head of Department

\_\_\_\_\_ Victor SINEGLAZOV  
 April "22", 2023

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 30 з 31  |                                   |

Додаток 2

Національний авіаційний університет  
Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
Кафедра авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів  
ОС «Магістр»  
Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»  
Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
Освітньо-професійна програма: «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»

**Лист підготовки відповідей на питання кваліфікаційного екзамену**

Студент \_\_\_\_ курсу \_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_  
(Імя ПРІЗВИЩЕ) (Дата)


**Екзаменаційний білет № \_\_\_\_**

1. Наведіть алгоритми обчислення повітряної швидкості.

...  
...  
...  
...

2. Опишіть процедуру корекції обчислених координат поточного місцеположення ЛА за допомогою РСБН.

...  
...  
...  
...

|   |  |                |                                   |
|---|--|----------------|-----------------------------------|
|  | <p>Система менеджменту якості<br/>Програма кваліфікаційного екзамену<br/>здобувачів вищої освіти за ОС «Магістр»<br/>галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»<br/>спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»<br/>освітньо-професійна програма «Інформаційне забезпечення та інженерія авіаційних комп'ютерних систем»</p> | Шифр документа | СМЯ НАУ<br>ПКЕ 22.01.09 – 01-2023 |
|   |  | стор. 31 з 31  |                                   |

(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

| № прим. | Куди передано (підрозділ) | Дата видачі | П.І.Б. отримувача | Підпис отримувача | Примітки |
|---------|---------------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------|
|         |                           |             |                   |                   |          |
|         |                           |             |                   |                   |          |

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

| № пор. | Прізвище ім'я по-батькові | Підпис ознайомленої особи | Дата ознайомлення | Примітки |
|--------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------|
|        |                           |                           |                   |          |
|        |                           |                           |                   |          |

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

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

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

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

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

|           | Підпис | Ініціали, прізвище | Посада | Дата |
|-----------|--------|--------------------|--------|------|
| Розробник |        |                    |        |      |
| Узгоджено |        |                    |        |      |