

Міністерство освіти і науки України
Вища атестаційна комісія України

"Затверджено"
Атестаційною комісією
Міністерства освіти і науки
України
протокол № 1 від 17.07.2005р.



«Узгоджено»
Заступник голови ВАК України
О.І. Шаповаленко
«03» *листопад* 2005 р.



ПРОГРАМА

кандидатських іспитів зі спеціальності

05.07.14 – Авіаційно-космічні тренажери

ВСТУП

В основу спеціальності 05.07.14 як міждисциплінарної складені базові дисципліни з навчальної спеціальності 8.0901401 “Системи управління і автоматика”, а також низька базових положень програм–мінімумів кандидатських іспитів із суміжних спеціальностей таких, як 05.13.03 – “Системи та процеси керування”, 05.07.09. – “Динаміка, балістика і керування рухом літальних апаратів”, 05.11.06 – “Інформаційно–вимірювальні системи”.

У майбутніх вчених в першу чергу мають бути визначені знання з таких сучасних навчальних дисциплін як вища математика, фізика, аеромеханіка та динаміка польоту, теорія автоматичного управління, теорія автоматичного управління польотом, автоматизовані системи управління спеціального призначення, контроль динамічних систем, статистична динаміка систем управління та інші.

Фундаментальні положення зазначених вище програм вже десятиліття викладаються у таких вітчизняних і зарубіжних провідних вищих навчальних закладах як Національний авіаційний університет, Національний технічний університет України “КПІ”, Московський державний технічний університет ім. Баумана, Інститут військово–повітряних сил України та інших.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Загальна частина програми інтегрує знання з наступних напрямків освіти сучасного фахівця, що має створювати і використовувати сучасні процеси і комплекси аерокосмічного призначення.

1.1. Відомості про склад та динаміку рухомих об’єктів різного призначення

Класифікація рухомих об’єктів, признаки класифікації. Основні види аеродинамічних схем рухомих об’єктів. Поняття о режимах руху (польотів). Режими управління рухом, режими стабілізації руху. Індикаторні режими. Оцінка стану рухомого об’єкту.

Фактори зовнішнього середовища і впливи на рух (детерміновані пориви вітру, турбулентний вітер, зливи, сонячна радіація, стан посадочної смуги, гравітаційне поле, вібрація, перевантаження, інші фактори). Короткі характеристики факторів. Стохастичні і детерміновані фактори, механізми їх впливу на рух. Сили та моменти, що діють на рухомий об’єкт.

Моделі динаміки об’єктів управління та збурень на них. Нормативні та збурені моделі. Опис динаміки руху об’єкту рівняннями стану. Опис динаміки руху об’єкта системою звичайних диференційних рівнянь. Поняття про стійкість систем управління та об’єктів управління. Поняття про довільну динаміку об’єкта. Поняття про лінеаризацію рівнянь руху, методи лінеаризації.

Системи і комплекси стабілізації і орієнтації, управління і навігації рухомих об’єктів, основні режими роботи систем і комплексів. Структурні і блочні схеми контурів стабілізації і орієнтації, навігації та наведення.

Основні задачі процесів стабілізації, орієнтації, навігації і управління, теле- і самонаведення рухомих об'єктів.

1.2. Поняття з динамічних систем

Класифікація динамічних систем, признаки класифікації. Скалярні та багатовимірні системи. Системи зі скупченими та розподіленими параметрами. Лінійні і нелінійні системи. Принцип суперпозиції. Системи у безперервному і дискретному часі. Імпульсні та релейні системи. Реакція систем на вхідні впливи (детерміновані та випадкові).

Вхідні сигнали в динамічних системах. Класифікація сигналів. Детерміновані і випадкові сигнали. Стаціонарні і нестаціонарні випадкові сигнали. Ергодичні сигнали. Динамічні характеристики детермінованих і випадкових сигналів.

Структура і параметри динамічних систем. Поняття функції, оператора, функціонала.

Якість динамічних систем. Числові показники якості.

1.3. Основні положення з сучасної теорії управління і теорії автоматичного управління польотом

Лінійні неперервні системи, їх математичний опис, упорядкування та лінеаризація моделей динаміки систем. Інтегральні перетворення Лапласа і Фур'є та їх значення в теорії систем. Елементарні динамічні ланки, їх рівняння і передаточні функції. Інші характеристики динамічних ланок.

Структурні схеми систем автоматичного управління і правила їх перетворення.

Аналіз стійкості і якості динамічних систем. Поняття про абсолютну й умовну стійкість лінійних систем.

Поняття про синтез і основні методи синтезу систем.

Дискретні лінійні системи. Системи з керуючою ЕОМ в контурі управління. Дискретне перетворення Лапласа та Фур'є. Численні методи розв'язання диференціальних рівнянь. Стійкість дискретних систем, необхідні та достатні умови стійкості. Критерії стійкості.

Системи з запізненням. Рівняння, передаточні функції і частотні характеристики. Частотні методи аналізу стійкості і якості.

Системи з змінними параметрами. Особливості упорядкування рівнянь і структурних схем.

Системи з розподіленими параметрами. Крайові задачі для лінійних рівнянь другого порядку з частковими похідними. Передаточні функції лінійних систем із розподіленими параметрами. Особливості постановки задач управління. Загальні поняття про методи аналізу і синтезу систем із розподіленими параметрами.

2. Основні теорії оптимальних систем

Загальні поняття про системи оптимального управління. Варіаційне обчислення. Задача про умовний екстремум, множники Лагранжа. Метод динамічного програмування Р.Белмана. Принцип максимуму Понтрягіна.

Поняття про аналітичне конструювання регуляторів. Аналітичне конструювання методами Лютова, Белмана, Понтрягіна, Ларіна.

Синтез оптимальних систем управління при стохастичних збуреннях методами Вінера–Колмогорова. Різні види сучасних методів синтезу систем в частотній площині. Оптимальні фільтри Вінера та Калмана–Бьюсі.

Синтез оптимальних систем на основі функцій Ляпунова. Управління в умовах невизначеності. Адаптивні і робастні системи. Проблема дуальності в адаптивних системах. Самонастроюванні системи. Метод моделі, що вивчається.

3. Ідентифікація і оцінювання динамічних систем

Поняття з ідентифікації і оцінювання. Методи ідентифікації динамічних систем. Класичні методи ідентифікації. Частотні методи, кореляційні методи. Спектральні методи структурної ідентифікації систем при стохастичних та випадкових впливах. Ідентифікація в просторі станів. Метод стохастичної апроксимації. Метод прогнозу та градієнтний метод. Ідентифікація в умовах перешкод та невизначеності.

Оптимальне оцінювання (спостереження) вихідних сигналів динамічних систем.

4. Системи логічного управління

Алгебра логіки. Булеві функції. Теорія алгоритмів і систем. Обчислюваність і розв'язувальність. Складність алгоритмів. Мови і граматики. Класифікація граматик.

Математичні моделі систем логічного управління. Еквівалентні перетворення і лінеаризація логічних функцій та автоматів. Структурні якості систем логічного управління. Композиція і декомпозиція автоматів. Мережі з автоматів. Мережі Петрі та моделі взаємодіючих дискретних процесів. Мови опису автоматів і дискретних процесів.

Діагностика систем логічного управління. Управління при неповній інформації про стан. Метод статистичних іспитів.

5. Базові напрямки до тренажної підготовки космонавтів і пілотів в центрах підготовки

Принципи, методологія, методи, методики та технічні засоби проведення дотренажної підготовки екіпажів космічних та повітряних кораблів, яка включає наступні етапи:

↳ вибір кандидатів у члени екіпажів за медико–біологічними і психологічними параметрами, оцінка їх нервово–психологічної стійкості та групової сумісності;

↳ загально космічна, астронавігаційна підготовка космонавтів; підготовка та тренування по зближенню й стику з космічними об'єктами; проведення робіт і експериментів із комплексами бортових систем, засобами спостереження; підготовка к виконанню робіт в умовах авіакосмічних польотів і діям після приземлення; тренування щодо виживання в різних клімато-географічних зонах;

↳ вестибулярна, психологічна підготовка екіпажів к вимогам на організм факторів авіакосмічних польотів і після польотної реадаптації; спеціальна

психологічна підготовка к діям в екстремальних умовах; спеціальна підготовка до професійної дії в умовах впливів невагомості та перевантажень, у тому числі з імітацією безопірного стану у гідросередовищі для подальшого використання робіт у відкритому космосі;

↳ дослідження та іспити різних об'єктів техніки та технологічних процесів в умовах імітації факторів авіакосмічних польотів.

6. Система підготовки екіпажів на тренажерах

Принципи побудови і дії тренажерів і їх базових частин. Методологія, методики та технічні засоби підготовки екіпажів на тренажерах, що готують членів екіпажів до ефективної професійної діяльності.

Наступні основні засоби підготовки членів екіпажів:

- інструментальна частина інформаційної моделі польоту корабля та оцінювання зовнішньої візуальної обстановки польоту;

- тренажерний макет систем корабля з бортовим обладнанням; обчислювач на базі ЕОМ, на якому моделюється динаміка кутових і просторових рухів корабля, спуск та посадка корабля у режимі штурвального керування;

- імітатор візуальної обстановки;

- пульт інструктора;

- імітатор основних режимів управління кораблем (автоматичном і штурвальному), що забезпечує найвищу досяжну точність моделювання таких етапів польоту, як стиківка двох кораблів, ручна орієнтація перед спуском та штурвальне керування при спусках та посадках;

- робочі місця оператора–космонавта і оператора–авіатора;

- засіб сопряжіння з іншими об'єктами;

- система імітації візуальної обстановки;

- пульт контролю і управління;

- спеціальні та комплексні тренажери;

- штучна тренажерна система та її складові (центральна диспетчерська служба, обчислювальна машина, система управління тренуванням, система моделювання зовнішньої візуальної обстановки, робочі місця операторів–космонавтів, засоби сопряжіння за об'єктами, система психофізіологічного контролю, система єдиного часу, ремонтно–технологічний та оперативно–диспетчерський зв'язки, пульт лікаря, пульт диспетчера і таке інше);

- система управління тренуванням (панель зв'язку, індикатор часу, панель службових розмов, екранний пульт графічного дисплея, комплекс приладів–повторювачів, система єдиного часу, фіксація і відтворення результатів тренування, пакет прикладних програм, конкретна прикладна програма).

7. Базові моменти підготовки на тренажерах

Загальні принципи навчання на тренажерах. Основні умови тренування. Робоче місце члена екіпажу. Принципи та методологія імітації візуальної обстановки (ширина поля зору, діапазони яркості імітуємих зображень та їх колір,

розрішаюча здатність). Контроль і управління тренуванням. Оцінка результатів тренажерної підготовки. Базові принципи підготовки космонавтів–дослідників.

8. Основні типи авіаційно–космічних тренажерів

Принципи побудови та дій статичних і динамічних імітаторів авіакосмічного польоту і тренажерів, а також імітаторів базових бортових систем кораблів.

Основні типи статичних тренажерів та їх призначення. Імітатори динаміки авіакосмічних польотів. Імітатори дій основних бортових систем та засобів. Особливості програмування імітаторів динаміки польотів. Імітатори розміщення військових підрозділів та техніки при їх діях в обороні і наступі. Імітатори дій військових штабів. Імітатори повітряної обстановки в районах бойових дій і таке інше. Засоби імітації основних систем життязабезпечення корабля.

Імітатори функціонування силових установок кораблів. Імітатори роботи турбовінтових та газотурбінних двигунів. Імітатор дій навігаційно–пілотажного комплексу та деяких його частин. Імітатор функціонування радіоелектричних систем. Імітатор функціонування паливної системи. Імітатор роботи гальмової системи корабля. Імітатор функціонування протипожежної системи. Імітатор систем електрообладнання та електрозабезпечення корабля. Імітатор аксельраційних впливів на екіпаж, а також вібрацій, ударів і акустичних шумів. Імітатори тепловізійної та радіолокаційної обстановок.

Апаратні та програмні засоби деяких серійних імітаторів та тренажерів. Основні шляхи удосконалення обчислювальних засобів імітаторів та тренажерів.

Основні типи динамічних імітаторів. Багатовимірні динамічні моделюючі стенди–імітатори просторових і кутових рухів для динамічної атестації бортового обладнання кораблів в умовах, близьких до натурних. Багатовимірні стенди–імітатори рухів керованого об'єкту при полунатурном моделюванні різних режимів дій рухомих об'єктів.

Основні типи динамічних тренажерів, що призначені для імітації авіакосмічних польотів і тренування екіпажів кораблів у динамічних умовах, близьких до натурних. Поняття о динамічних тренажерах, які включають у свій склад центрифугу. Принципи розміщення і управління системами рухомості в динамічних тренажерах. Проблемні питання, що виникають при імітації динаміки руху кораблів в тренажерах з системами рухомості.

Управління тренажерами з системами рухомості. Ідентифікація і оцінювання стану об'єкту управління в тренажерах з системою рухомості. Питання синтезу оптимального управління й аналізу якості (точності) управління.

Серійні засоби для динамічних іспитів бортових приладів та шляхи модернізації зазначених засобів.

Основні тенденції удосконалення існуючих імітаторів і тренажерів для авіакосмічної галузі, а також їх програмних засобів.

9. Шляхи та методологія оптимізації обробки інформаційних потоків в імітаторах і тренажерах

Шляхи, методи і алгоритми оптимальних фільтрацій і комплексування стохастичної інформації в імітаторах і тренажерах. Типові постановки задач фільтрації.

Шляхи, методи і алгоритми оптимізації управління системами рухомості та тренажерами в цілому. Можливі постановки задач синтезу оптимальних та робастних оптимальних систем управління. Алгоритми синтезу оптимальних структур регуляторів в системах управління імітацією рухів і імітаторах окремих функціональних систем. Методи і алгоритми структурної ідентифікації моделей динаміки об'єктів управління і діючих на них стохастичних впливів в штатних режимах роботи імітаторів і тренажерів. Методи і алгоритми оптимального спостереження станів об'єктів управління в імітаторах і тренажерах. Можливі постановки задач оптимального спостереження.

Методи і алгоритми аналізу якості (точності) процесів імітації рухів в тренажерах. Можливі показники якості тренажерів. Порівняльний аналіз рівнів якості існуючих з досяжними в модернізуємих імітаторах і тренажерах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

(частина I)

1. *Азарсков В.Н.* Методология оптимальной модификации управления аэрокосмическими имитаторами полета и тренажерами. – К.: КМУГА, 1996.– 231 с.

2. *Андреевский В.В., Горощенко Л.Б.* Управление полетом и эффективность авиационного комплекса. – М.: Машиностроение, 1974.–175 с.

3. *Айзенберг Я.Е., Сухоробрый В.Г.* Проектирование систем стабилизации носителей космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1986.–219 с.

4. *Бабак В.П., Білецький А.Я., Приставка О.П., Приставка П.О.* Статистична обробка даних. – К.: НАУ, 2001.–388 с.

5. *Базилевский А.Н., Гузий А.Н., Мельник А.А.* Тренажеры для операторов транспортных средств. – К.: Техніка, 1983.–145 с.

6. *Блохин Л.Н., Кадышев И.К., Трифонов-Богданов П.И.* Основы навигации и пилотажно–навигационные комплексы // Учебник для ВУЗов ГА / Под ред. Л.Н. Блохина. – М.: Воздушный транспорт, 1993.–244 с.

7. *Блохин Л.М., Буриченко М.Ю.* Статистична динаміка систем управління. – К.: НАУ, 2003.–208 с.

8. *Блохин Л.Н.* Некоторые проблемные вопросы создания подвижных имитаторов полета // Сборник трудов XIII Гагаринских чтений. – М.: Наука, 1986.–с. 63–68.

9. *Блохин Л.Н., Азарсков В.Н., Держак С.В. и др.* Оптимальная модернизация управления имитатором аэрокосмического полета по результатам структурной идентификации его динамики // Сборник тезисов докл. Международного симпозиума “Летные испытания самолетов”. – М.: ЦАГИ, 1993.–с. 117–121.

10. *Блохин Л.Н., Азарсков В.Н., Глазков Ю.Н., Рождественский В.И. и др.* А.С. 4713128 СССР, МКИ G09B9/08/G01M7. Способы имитации возмущенного стохастического движения подвижного объекта.– Оубл. 15.11.91, Бюл. №27.

11. *Боднер В.А.* Теория автоматического управления полетом. – М.: Наука, 1964.–698с.
12. *Боднер В.А., Закиров Р.А., Смирнова И.И.* Авиационные тренажеры. – М.: Машиностроение, 1978.–191 с.
13. *Бусленко Н.П.* Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1968.–356 с.
14. *Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В.* Динамика пространственного движения самолета. – М.: Машиностроение, 1967.–225 с.
15. *Доброленский Ю.П.* Динамика полета в неспокойной атмосфере. – М.: Машиностроение, 1969.–256 с.
16. *Евланов Л.Г.* Контроль динамических систем. – М.: Наука, 1976.–586 с.
17. *Волошин Н.В.* Обоснование принципов разработки и применение специализированных тренажеров кабинных процедур. – М.: Труды ГосНИИГА, 1986.–вып. 253.–с. 128–135.
18. *Годунов А.И., Меерович Г.В.* Авиационные тренажеры и безопасность полетов. – М.: Воздушный транспорт, 1990.–298 с.
19. *Годунов А.И.* Пилотажные и комплексные тренажеры. – М.: Воениздат, 1985.–296 с.
20. *Епифанов А.Д.* Надежность систем управления. – М.: Машиностроение, 1975.–179 с.
21. *Закиров Р.А., Алимов И.Д.* Авиационные тренажеры для летного и технического состава // В кн. “Итоги науки и техники”. – М.: ВИНТИ, 1976.–206 с. – (Воздушный транспорт).
22. *Катрамышев П.В., Тарасов А.К.* Методика летного обучения. – М.: Транспорт, 1974.–311 с.
23. *Космические аппараты // Сборник статей.* – М.: Мир, 1975.–199 с.
24. *Космическая академия/Г.Т. Береговой, Р.В. Богдашевский, В.Н. Григоренко, И.Н. Почкаев и др.* – М.: Машиностроение, 1993.–220 с.
25. *Колесников К.С., Сухов В.Н.* Упругий летательный аппарат как объект автоматического управления. – М.: Машиностроение, 1974.–267 с.
26. *Летов А.М.* Динамика полета и управление. – М.: Наука, 1969.–360 с.
27. *Статистическая динамика и оптимизация управление летательных аппаратов/А.А. Лебедев, В.Т. Бобровников, М.Н. Красильщиков, В.В. Малышев.* – М.: Машиностроение, 1985.–280 с.
28. *Моржов В.И.* Теоретические основы тренажеров/Руководство к лабораторным работам. – К.: КИИГА, 1983.–48 с.
29. *Моржов В.И.* Разработка принципов построения тренажеров в ЦВМ//Тренажеры и имитаторы на морском транспорте/труды семинара. – Л.: ЛМУ, 1976.–с. 24–29.
30. *Моржов В.И.* Призначення і класифікація авіаційних тренажерів та моделювальних комплексів//Конспект лекцій. – К.: КМУЦА, 1998.–69 с.
31. *Федоров В.В.* Теория оптимального эксперимента. – М.: Наука, 1971.–312 с.
32. *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978.–418 с.

(часть II)

33. Современная теория систем управления / Под ред. К.Т. Леондеса. – М.: Наука, 1970. – 512 с.
34. Колмагоров А.Н. Интерполяция и экстраполяция стационарных случайных последовательностей // Изв. АН СССР, сер. матем., вып. 5, 1941.
35. Wiener N. Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series – New York: I. Wiley, 1949.
36. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. – М.: Л., ГИТТЛ, 1950, 472 с.
37. Ларин В.Б., Науменко К.И., Сунцев В.Н. Синтез оптимальных линейных систем с обратной связью. – К.: Наукова думка, 1973. – 151 с.
38. Петров Б.Н., Кухтенко А.И. Структура абсолютно инвариантных систем и условия их физической реализации. // В сб. “Теория инвариантности в системах автоматического управления”. – М.: Наука, 1964, С. 26–48
39. Красовский Н.Н. Игровые задачи о встрече движений. – М.: Наука, 1970. – 420 с.
40. Якубович В.А., Якубович Е.Д. Эквивалентные обратные связи в линейных стационарных системах управления. // Автоматика и телемеханика, 1984, № 2, С. 54–65.
41. Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы. – М.: Мир, 1977. – 650 с.
42. Цыпкин Я.З. Теория релейных систем автоматического управления. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 456 с.
43. Солодовников В.В., Семенов В.В. Спектральная теория нестационарных систем управления. – М.: Наука, 1974. – 330 с.
44. Беллман Р., Дейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. – М.: Наука, 1965. – 458 с.
45. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: ФМ, 1961. – 391 с.
46. Приспосабливающиеся автоматические системы. / Под редакцией З. Мишкина и Л. Брауна – М.: ИИЛ, 1963. – 670 с.
47. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем. – М.: Наука, 1966. – 623 с.
48. Чаки Ф. Современная теория управления: Нелинейные и автоматические системы. – М.: Мир, 1975. – 424 с.
49. Саридис Дж. Самоорганизующиеся статистические системы управления. – М.: Наука, 1980. – 400 с.
50. Блохин Л.Н. Оптимальные системы стабилизации. – К.: Техніка, 1982. – 244 с.
51. Кружанский А.Б. Управление и наблюдение в условиях неопределенности. – М.: Наука, 1977. – 392 с.
52. Черноусько Ф.Л. Оценивание фазового состояния динамических систем: Метод эллипсоидов. – М.: Наука, 1988. – 320 с.

53. *Кунцевич В.М., Лычак М.М.* Получение гарантированных оценок в задачах параметрической идентификации. //Автоматика. 1982. №4.- С.37-46.
54. *Кунцевич В.М., Лычак М.М.* Синтез оптимальных и адаптивных систем управления: Игровой подход. – К.: Наукова думка, 1985. – 248 с.
55. *Блохин Л.Н.* Синтез оптимальных робастных систем в задачах эргономики и стохастической стабилизации. // Кибернетика и вычислительная техника. 1999. вып. 122.-С. 28-50
56. *Винер Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине: 2-е изд. –М.:1983.-180 с.
57. *Хакен Г.* Синергетика. – М.: Мир. 1980.-400 с.
58. *Пригожин И.* Конец определенности: Время, хаос и новые законы природы. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000
59. *Николис Г, Пригожин И* Познание сложного: Введение. М.: Мир, 1990.
60. *Коваленко И.Н.* Исследование по анализу надежности сложных систем. – К.: Наукова думка, 1975.-212 с.

Програму складено в Інституті електроніки та систем управління Національного авіаційного університету.

Рекомендує програму до затвердження член експертної ради ВАК України директор ІЕСУ НАУ, д.т.н., проф.



В.М.Синеглазов