

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева»
(СибГАУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НИД

Ю.Ю. Логинов

2017 г.

ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Направление подготовки:	24.06.01	Авиационная и ракетно- космическая техника
	<i>шифр</i>	<i>наименование</i>
Профиль подготовки:	Контроль и испытание летательных аппаратов и их систем	
	<i>наименование</i>	
Форма обучения:	Очная, заочная	
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь.	
Кафедра-разработчик рабочей программы	Летательных аппаратов	

Красноярск 2017

1. Общие положения

Настоящая программа вступительного экзамена по профилю подготовки – Контроль и испытание летательных аппаратов составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования.

Процедура приема вступительных экзаменов регламентирована Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно – педагогических кадров в аспирантуре, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 марта 2014 г. № 233.

Результаты экзамена оцениваются по пятибалльной шкале.

Пересдача вступительных экзаменов не допускается. Результаты вступительных экзаменов в аспирантуру действительны в течение календарного года

2. Цели вступительных испытаний

Выявление профессионального уровня знаний, приобретённых в процессе получения высшего образования, осознание основных аспектов будущей научной специальности и выявление научного потенциала поступающего.

3. Требования к уровню подготовленности к профессиональной деятельности

Кандидат на поступление в аспирантуру должен иметь диплом о высшем образовании (специалитет, магистратура) по выбранной, родственной или профильной специальности и должен подготовить реферат или иметь опубликованные работы по специальности.

Поступающий должен иметь подготовку в области организации научно-исследовательской работы, методики проведения и обработки результатов эксперимента, знать физико-математические основы специальности. Проявлять системный подход к процессам и явлениям, уметь пользоваться такими категориями, электронная структура, транспортные свойства, магнетизм, кристаллическая структура, фазовые превращения.

4. Форма проведения вступительного экзамена

Испытание осуществляется в форме письменного изложения ответов на содержащиеся в настоящей программе вопросы и собеседования (3 вопроса).

Продолжительность экзамена - 1 час.

При подготовке ответа экзаменуемому разрешается пользоваться справочниками, ГОСТами и другой нормативно-технической литературой.

Введение

Контроль и испытание летательных аппаратов и их систем – область науки и техники, занимающаяся разработкой методов и средств определения летных и эксплуатационно-технических характеристик ЛА и их систем в условиях летных испытаний, на специальных стендах и в процессе серийной эксплуатации; изучением особенностей функционирования ЛА, их систем, а также деятельности экипажа в натуральных условиях. Она базируется на материалах предшествующих естественнонаучных дисциплин: теоретическая механика, алгебра, математический анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, математическое моделирование,

программирование, основы устройства ЛА, испытание и надежность ЛА, системы автоматизированного управления, реактивные двигатели, проектирование и конструирование ЛА, производство ЛА, баллистика ЛА, динамика ЛА, экономика, безопасность жизнедеятельности и т.д., что также подчеркивает их неразрывную связь с изучаемым предметом.

1. Основные характеристики объектов испытаний

Понятие объекта контроля и испытания. Основные характеристики, параметры и режимы работы объекта. Параметры движения и управления ЛА (перегрузки, угловые и линейные скорости, углы и др.), определяемые в процессе проведения испытаний. Возмущения и внешние воздействия на ЛА. Основные маневры, выполняемые ЛА. Характеристики атмосферы и космического пространства. Классификация моделей движения: детерминированные, стохастические, неопределенные; линейные и нелинейные; стационарные и нестационарные; формальные, факторные, смешанные (комбинированные); дифференциальные и аналитические. Требования, предъявляемые к моделям. Критерии адекватности. Метод размерностей и теория подобия, применяемые в построении моделей. П - теорема теории размерностей.

2. Методы измерений в процессе контроля и испытаний

Уравнения измерений. Прямые, косвенные и совокупные измерения. Погрешности измерения: полные и частные, инструментальные и методические, статические и динамические, случайные и систематические. Классификация методов измерений по назначению, выходному сигналу, способу представления информации, по дистанционности действия. Физические принципы измерения скорости и высоты полета, числа М, положения объекта в пространстве, углов тангажа, углов атаки и скольжения, угловых скоростей, перегрузки, вибраций, температуры наружного воздуха и поверхности, давления, расхода и температуры жидкостей. Классификация информационно-измерительных систем по назначению, степени автоматизации, принципам построения. Основные характеристики информационно-измерительных систем: точность, быстродействие, помехозащищенность. Принцип действия и характеристика бортовых измерительных систем, радиотелеметрических систем, оптических и радиотехнических систем определения траектории.

3. Средства контроля и испытания

Назначение, классификация, структура построения средств контроля и испытаний. Основные технические характеристики средств контроля как информационно-измерительных средств. Основные этапы и программы испытаний ЛА, двигательных установок и оборудования. Виды и средства испытаний, моделирование, стендовые и натурные испытания, летающие лаборатории, аналоги, летающие модели, сертификационные испытания на соответствие нормам летной годности. Пассивный и активный эксперимент. Методы пересчета результатов испытаний на другие условия. Эффективность средств контроля и испытаний. Определение и оценка эффективности. Методы определения и оценка технических характеристик средств контроля и испытания. Принципы обеспечения заданных показателей достоверности контроля и испытаний, а также работоспособности средств контроля и испытаний. Автоматизация процессов натурных испытаний. Принципы проведения управляемого контроля и испытания.

4. Обработка и анализ результатов контроля и испытаний

Назначение, функции и структура автоматизированных систем обработки данных, алгоритмы и программное обеспечение обработки. Случайные величины. Законы распределения случайных величин. Определение закона распределения случайной величины по статическим данным. Критерии согласия. Методы нахождения оценок параметра закона распределения по результатам контроля и испытаний. Состоятельность, несмещенность и эффективность оценок. Характеристика случайных процессов: средние значения, среднеквадратические значения и дисперсии, матрицы ковариационных и взаимных ковариационных функций. Свойства стационарности и эргодичности. Многомерные нормальные случайные процессы. Спектральное представление случайного стационарного процесса. Методы оценивания параметров моделей: метод максимального правдоподобия, байесовские оценки, оценки метода наименьших квадратов. Доверительные интервалы для параметров модели. Проверка гипотез, ошибки первого и второго рода. Модели рассеивания. Модели досягаемости. Оценка точности системы по единичным реализациям. Методы

проверки адекватности модели. Понятие наблюдаемости и идентифицируемости. Оценивание параметров по настраиваемой модели. Поиск и градиентные методы настройки. Метод дифференциальной аппроксимации. Идентификация линейных динамических систем. Типы тестовых сигналов. Идентификация методами стохастической аппроксимации и последовательного обучения. Идентификация методами квазилинеаризации и инвариантного погружения. Эвристические методы идентификации. Автоматизация процессов обработки и анализа результатов контроля и испытания.

5. Планирование эксперимента.

Основные понятия планирования эксперимента: информационная матрица, ротатабельные и ортогональные планы, центральные планы, область планирования. Полные факторные и дробные факторные планы. Оптимальные планы. Последовательное планирование.

6. Оценка надежности и эффективности ЛА по результатам испытаний

Оценка эффективности ЛА в условиях отсутствия и наличия априорной информации. Точность оценки эффективности. Влияние недостоверной информации в результатах испытаний. Определение доверительного интервала для оценки эффективности системы по результатам испытаний ее элементов. Анализ степени взаимного влияния отдельных элементов ЛА. Учет условий получения априорной информации на достоверность оценки эффективности. Испытания на надежность. Основные понятия. Показатели надежности. Методические основы обеспечения и оценки надежности ЛА и его отдельных элементов при испытаниях.

7. Летные испытания ЛА

Летные испытания самолета. Полеты, совершаемые по программе заводских испытаний. Специальные виды измерений и калибровок в процессе летных испытаний. Методы определения основных летно-технических и пилотажных характеристик самолета. Испытания на предельных и критических режимах полета современных скоростных самолетов.

Летные испытания изделий ракетно-космической техники (РКТ). Особенности испытаний ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов (КА). Нормативно-методическое обеспечение безопасности изделий РКТ. Особенности летной отработки спускаемых аппаратов. Летные испытания одноразовых изделий РКТ. Анализ особых, нештатных ситуаций в процессе выведения и полета КА.

Вопросы для экзамена:

1. Летательные аппараты и их системы как объекты испытаний.
2. Основные характеристики, параметры и режимы работы объекта (пример).
3. Параметры движения и управления ЛА, определяемые в процессе проведения испытаний.
4. Возмущения и внешние воздействия на ЛА.
5. Основные маневры, выполняемые ЛА.
6. Характеристики атмосферы.
7. Характеристики космического пространства.
8. Классификация моделей движения.
9. Требования, предъявляемые к моделям.
10. Критерии адекватности. Метод размерностей и теория подобия, применяемые в построении моделей. П - теорема теории размерностей.
11. Уравнения измерений.
12. Прямые, косвенные и совокупные измерения. Погрешности измерения.
13. Классификация методов измерений.
14. Физические принципы измерения скорости и высоты полета, числа М.
15. Физические принципы измерения положения объекта в пространстве, углов тангажа, углов атаки и скольжения, угловых скоростей.
16. Физические принципы измерения перегрузки, вибраций, температуры наружного воздуха и поверхности, давления, расхода и температуры жидкостей.
17. Классификация информационно-измерительных систем.
18. Основные характеристики информационно-измерительных систем.

19. Принцип действия и характеристика наземных и бортовых информационно-измерительных систем.

20. Назначение, классификация, структура построения средств контроля и испытаний.

21. Основные технические характеристики средств контроля как информационно-измерительных средств.

22. Основные этапы и программы испытаний ЛА, двигательных установок и оборудования.

23. Виды и средства испытаний.

24. Пассивный и активный эксперимент.

25. Методы пересчета результатов испытаний на другие условия.

26. Эффективность средств контроля и испытаний.

27. Определение и оценка эффективности.

28. Методы определения и оценка технических характеристик средств контроля и испытания.

29. Принципы обеспечения заданных показателей достоверности контроля и испытаний, а также работоспособности средств контроля и испытаний.

30. Автоматизация процессов натуральных испытаний.

31. Принципы проведения управляемого контроля и испытания.

32. Назначение, функции и структура автоматизированных систем обработки данных, алгоритмы и программное обеспечение обработки.

33. Случайные величины и законы их распределения.

34. Определение закона распределения случайной величины по статическим данным.

35. Критерии согласия.

36. Методы нахождения оценок параметра закона распределения по результатам контроля и испытаний.

37. Состоятельность, несмещенность и эффективность оценок.

38. Характеристика случайных процессов.

39. Свойства стационарности и эргодичности.

40. Многомерные нормальные случайные процессы.

41. Спектральное представление случайного стационарного процесса.

42. Методы оценивания параметров моделей.

43. Доверительные интервалы для параметров модели.

44. Проверка гипотез, ошибки первого и второго рода.

45. Модели рассеивания.

46. Модели досягаемости.

47. Оценка точности системы по единичным реализациям.

48. Методы проверки адекватности модели.

49. Понятие наблюдаемости и идентифицируемости.

50. Оценивание параметров по настраиваемой модели.

51. Поисквые и градиентные методы настройки.

52. Метод дифференциальной аппроксимации.

53. Идентификация линейных динамических систем.

54. Типы тестовых сигналов.

55. Идентификация методами стохастической аппроксимации и последовательного обучения.

56. Идентификация методами квазилинеаризации и инвариантного погружения.

57. Эвристические методы идентификации.

58. Автоматизация процессов обработки и анализа результатов контроля и испытания.

59. Основные понятия планирования эксперимента.

60. Полные факторные и дробные факторные планы.

61. Оптимальные планы.

62. Последовательное планирование.

63. Оценка эффективности ЛА в условиях отсутствия и наличия априорной информации.

64. Точность оценки эффективности.

65. Влияние недостоверной информации в результатах испытаний.

66. Определение доверительного интервала для оценки эффективности системы по результатам испытаний ее элементов.

67. Анализ степени взаимного влияния отдельных элементов ЛА.

68. Учет условий получения априорной информации на достоверность оценки эффективности.
69. Испытания на надежность.
70. Основные понятия надежности.
71. Показатели надежности.
72. Методические основы обеспечения и оценки надежности ЛА и его отдельных элементов при испытаниях.
73. Летные испытания самолета.
74. Полеты, совершаемые по программе заводских испытаний.
75. Специальные виды измерений и калибровок в процессе летных испытаний.
76. Методы определения основных летно-технических и пилотажных характеристик самолета.
77. Испытания на предельных и критических режимах полета современных скоростных самолетов.
78. Летные испытания изделий ракетно-космической техники (РКТ).
79. Особенности испытаний ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов (КА).
80. Нормативно-методическое обеспечение безопасности изделий РКТ.
81. Особенности летной отработки спускаемых аппаратов.
82. Летные испытания одноразовых изделий РКТ.
83. Анализ особых, нестандартных ситуаций в процессе выведения и полета КА.
84. Контроль систем.
85. Что такое испытание?
86. Классификация испытаний ЛА и их систем.
87. Вибрация и испытания ЛА и их систем на вибрационные нагрузки.
88. Удар и испытание ЛА и их систем на ударные нагрузки.
89. Инерция и испытание ЛА и их систем на инерциальные нагрузки.
90. Испытания летательных аппаратов и их систем на прочность при транспортировании.
91. Механизмы летательных аппаратов, проходящие испытания на срабатывание и обезвешивание.
92. Герметичность и пневмогидравлические испытания летательных аппаратов и их систем.
93. Газодинамические испытания летательных аппаратов.
94. Акустические испытания.
95. Испытания на воздействие температуры и радиации.
96. Электрические и магнитные испытания.
97. Испытания летательных аппаратов и их систем на технической позиции.
98. Испытания летательных аппаратов и их систем на стартовой позиции.

А) Основная литература:

1. Сысоев, С.К. Технология наземной отработки космических аппаратов : учеб. пособие / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев. – Красноярск : СибГАУ, 2014.
2. Черкасов, Ю.Н. Совершенствование системы испытаний. Многоуровневая система телемониторинга пространственно-рассредоточенного оборудования / Ю. Н. Черкасов; ред. А. П. Сарычев. – М.: ЛЕНАНД, 2014.
3. Трифанов, И.В., Обороина, Л.И., Бакин, А.М. Теоретические основы построения и методы испытания антенно-фидерных устройств средств связи, приборов контроля и обнаружения : учеб. пособие / И. В. Трифанов, Л.И. Обороина, А.М. Бакин. – Красноярск : СибГАУ, 2010.
4. Маслов, Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении : учеб. пособие / Б.Г. Маслов. – М. : Академия, 2008.
5. Комбалов, В.С. Методы и средства испытаний на трение и износ конструкционных и смазочных материалов : справочник / В.С. Комбалов. Под ред. К.В. Фролова, Е.А. Марченко. – М.: Машиностроение, 2008.
6. Эксплуатация испытательных комплексов ракетно-космических систем : монография / А. Г. Галеев [и др.]. – М. : МАИ, 2007.
7. Основы отработки прочности ракетно-космических конструкций. А.В. Кармашин, А.И. Лиходед, Н. Г. Паничкин, С. Н. Сухинин. – М.: Машиностроение, 2007.

Б) Дополнительная литература:

1. Технология производства космических аппаратов. Н.А. Тестоедов и др. – Красноярск : СибГАУ, 2009.
2. Рожков, В. Н. Контроль качества при производстве летательных аппаратов / В.Н. Рожков. – М.: Машиностроение, 2007.
3. Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем. Л.И. Александровская, В. И. Круглов; А. Г. Кузнецов и др.: Учеб. пособ. – М.: Логос, 2003.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев и др.; Под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2003.
5. Знаменская А.М., Шведов В.П., Лимар П.С. Информационные измерительные системы для летных испытаний самолета и его оборудования. М.: Машиностроение, 1984.
6. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы. М.: Энергия, 1974.
7. Автоматизированная обработка результатов измерения при летных испытаниях / Ю.Е. Махонькин, З.А. Павлова, А.И. Фальков и др. М.: Машиностроение, 1983.
8. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. М.: Мир, 1975.
9. Задачи и структура летных испытаний самолетов и вертолетов / А.Д. Миронов, А.А. Лапин, Г.Ш. Меерович, Ю.И. Зайцев. М.: Машиностроение, 1982.
10. Федоров В.В. Теория оптимального эксперимента (планирование регрессионных экспериментов). М.: Наука, 1971.
11. Летные испытания ракет и космических аппаратов: Учеб. пособие для втузов / Под ред. Е.И. Кринецкого. М.: Машиностроение, 1979.
12. Брандин В.Н., Васильев А.А., Худяков С.Т. Основы экспериментальной космической баллистики. М.: Машиностроение, 1974.
13. Испытание и контроль качества продукции. Основные термины и определения. ГОСТ 16504-81. М.: 1990.
14. Волков Л.Н., Шишкевич А.М. Надежность летательных аппаратов. М.: Высш. школа, 1975.
15. Проектирование и испытания баллистических ракет / В.И. Варфоломеев, М.И. Копытов и др. М.: Воениздат, 1970.
16. Пашковский И.М., Леонов В.А., Поплавский Б.К. Летные испытания самолетов и обработка результатов испытаний: Учеб. пособие для втузов. М.: Машиностроение, 1985.
17. Гроп Д. Методы идентификации систем. М.: Мир, 1979.
18. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т. Т. 6.
19. Экспериментальная отработка и испытания / Под ред. Р.С. Судакова и О.И. Тескина. М.: Машиностроение, 1989.
20. Методы отработки научных и научно-хозяйственных ракетно-космических комплексов / Под общей ред. В.Ф. Грибанова. М.: Машиностроение, 1995.
21. Экспериментальная баллистика ракетно-космических средств: Учебник для слушателей военных академий / Под ред. Л.Н. Лысенко, В.В. Бетанова, И.В. Лысенко. М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2000.
22. Летные испытания самолетов: Учебник для втузов / К.К. Васильченко, В.А. Леонов, И.М. Паликовский и др. М.: Машиностроение, 1996.
23. ГОСТ 8.011-72. Показатели точности измерений и формы представления измерений. М.: Изд-во стандартов, 1972.