

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук

12.09.2017 Г. И. Радченко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1548

дисциплины В.1.02 Испытания приборов и систем
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Системы управления движением летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утвержденным приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.
(ученая степень, ученое звание)

12.09.2017
(подпись)

В. И. Ширяев

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., заведующий
кафедрой
(ученая степень, ученое звание,
должность)

12.09.2017
(подпись)

В. И. Ширяев

1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель: – приобретение знания и получения навыков, необходимых для квалифицированного проведения испытаний гироскопических приборов и устройств, и их элементов. Задачи дисциплины: – освоение методики проведения испытаний гироскопических приборов с использованием различного испытательного оборудования и приборов измерения и регистрации; – выбор измерительных приборов, оборудования и режимов проведения испытаний, обеспечивающих выполнение поставленной цели испытания; – выбор основных характеристик режимов испытания приборов с учетом предполагаемых условий эксплуатации; – подготовка протоколов проведения испытаний, анализ результатов испытаний; – ознакомление с особенностями работы на испытательном оборудовании; – соблюдение техники безопасности и экологической безопасности.

Краткое содержание дисциплины

Виды испытаний. Типовые испытания. Механические, климатические и электрические испытания. Оборудование и приборы для проведения типовых испытаний. Испытание на вибрацию, перегрузку, удар. Методы испытаний, оформление результатов испытаний. Особенности проведения испытаний гироскопических приборов и систем, и инерциальных чувствительных элементов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-2 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием работы с компьютером как средством управления информацией	Знать: знать технику безопасности при проведении испытаний, включая экологическую безопасность; знать моменты, определяющие выбор испытательной и измерительной техники.
	Уметь: разрабатывать план испытаний, выбирать соответствующее испытательное оборудование, измерительную технику и методику проведения испытаний, а также проводить обработку результатов испытаний и оформление протоколов и актов испытаний; проводить механические и климатические испытания и обрабатывать результаты испытаний, а также оценивать погрешности измерений при проведении испытаний.
	Владеть: методикой проектирования и разработки приборов с учетом возможных воздействующих факторов из условий эксплуатации прибора, а также оценивать возможное влияние параметров окружающей среды на характеристики и работу приборов.
ПК-7 способностью разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему профилю деятельности, подготавливать отдельные задания для исполнителей	Знать: методику и средства электрических измерений.
	Уметь: измерять токи, напряжение, мощность, частоту и фазу в электрических цепях приборов и систем.

	Владеть: навыками расчета параметров контура обратной связи в гибридных схемах эмулирования реакции реальных объектов с помощью программ Mathcad, Matlab.
ПК-31 способностью на основе системного подхода разрабатывать модели и выполнять теоретические, лабораторные и натурные испытания и эксперименты для решения эксплуатационных задач с использованием современной аппаратуры	Знать: принципы формирования математических моделей технических устройств в полунатурных схемах испытания приборов и систем.
	Уметь: составлять алгоритмы решения задач моделирования динамических систем.
	Владеть: навыками расчета параметров контура обратной связи в гибридных схемах эмулирования реакции реальных объектов с помощью программ Mathcad, Matlab.
ПК-32 способностью представлять результаты испытаний в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	Знать: Знать: знать технику безопасности при проведении испытаний, включая экологическую безопасность; знать моменты, определяющие выбор испытательной и измерительной техники.
	Уметь: Уметь: разрабатывать план испытаний, выбирать соответствующее испытательное оборудование, измерительную технику и методику проведения испытаний, а также проводить обработку результатов испытаний и оформление протоколов и актов испытаний;
	Владеть: Владеть: методикой проектирования и разработки приборов с учетом возможных воздействующих факторов из условий эксплуатации прибора, а также оценивать возможное влияние параметров окружающей среды на характеристики приборов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.07 Теория гироскопических приборов, В.1.06 Датчики и измерительные преобразователи	Научно-исследовательская работа (10 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.07 Теория гироскопических приборов	Знать условия работы гироскопических приборов и систем, используемых на различного вида подвижных объектах: кораблях, самолетах, ракетах и наземных технических средствах. Уметь оценивать законы движения объектов и параметры окружающих полей, и их изменение с целью проведения испытаний в условиях, близких к эксплуатационным. Иметь навыки определения основных характеристик чувствительных элементов систем управления в

	результате проведения испытаний.
В.1.06 Датчики и измерительные преобразователи	Знать датчики параметров движения ЛА , различные по природе измеряемых физических величин. Уметь оценивать возможности совместного использования различных датчиков в системе управления движением с учетом протокола обмена данными. Иметь навыки оптимального комплексирования датчиков различной природы измеряемых величин в соответствии с видом подвижного объекта.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия</i>	48	48
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Самостоятельное изучение материала. Измерение параметров климатических воздействий. Оценка результатов и оформление документации по испытаниям. Оборудование для проведения климатических испытаний. Камеры тепла. Камеры холода. Камеры влажности. Камеры тепла и влажности. Барокамеры и термобарокамеры. Камеры солнечной радиации. Камеры тропического климата. Камеры соляного тумана. Камеры пыли. Камеры грибообразования. Комплексные испытательные камеры.	8	8
Самостоятельное изучение материала. Изучить: методику и режимы испытания на холодоустойчивость. Испытания на воздействие инея и росы. Испытания на воздействие повышенной влажности. Испытания на воздействие атмосферного давления. Испытания на воздействие повышенного давления. Испытания на воздействие солнечного излучения. Испытания на воздействие пыли. Испытания на воздействие повышенного гидростатического давления. Испытания на воздействие соляного тумана. Испытания на внешнее воздействие воды. Испытание на герметичность. Многофакторные климатические испытания.	8	8
Самостоятельное изучение материала. Изучение проведения виброиспытаний. Вибрация, ее параметры и их измерения. Характеристики вибростендов. Испытание на обнаружение резонансных частот. Способы регистрации резонансов. (Частотные анализаторы спектра). Испытания на виброустойчивость, степени жесткости испытаний. Испытания на вибропрочность. Метод качающейся частоты. Метод фиксированной частоты. Комбинированный метод.	10	10
Самостоятельное изучение материала. Оборудование для механических	10	10

испытаний. Вибростенды механические и электродинамические, ударные стенды. Центрифуги. Меры безопасности при использовании оборудования Измерение параметров механических воздействий и обработка результатов. Погрешности при использовании метода Монте-Карло.		
Самостоятельное изучение материала. Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при испытаниях. Оформление и анализ результатов испытаний приборов.	10	10
Подготовка к зачету	14	14
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Задачи и цели испытаний. Виды испытаний, основные понятия. Типовые испытания. Оборудование.	6	2	4	0
2	Климатические испытания. Электрические испытания. Механические испытания. Испытание на вибрацию, перегрузку, удар.	14	2	8	4
3	Особенности проведения типовых испытаний и испытания гироскопических приборов и систем, акселерометров.	16	2	8	6
4	Методы испытаний, оборудование и приборы. Оформление результатов испытаний.	12	2	4	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Основные понятия и определения. Терминология. Задачи и цели испытаний. Виды испытаний (в зависимости от этапов разработки прибора). Типовые (проверочные) испытания, их виды.	2
2	2	Климатические факторы и их влияние на работоспособность приборов. Тепло- и холодоустойчивость. Испытания на давление жидкости и газа, солнечную радиацию и поражение микроорганизмами. Виброиспытания, собственные частоты прибора. Виброустойчивость. Ударная устойчивость и линейные перегрузки.	2
3	3	Определение статических и динамических характеристик и параметров гироскопических приборов при испытаниях.	2
4	4	Методы испытаний, результаты испытаний и их анализ.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основные принципы автоматизации полунатурных испытаний	1

2	1	Моделирование реакции объектов по их математическим моделям. Структурные схемы стендов для полунатурных испытаний	1
3	1	Интерфейсы связи испытательного оборудования с вычислительными устройствами	2
4	2	Испытание на обнаружение резонансных частот	2
5	2	Испытания на виброустойчивость, на воздействие линейных перегрузок	3
6	2	Испытания на холодоустойчивость и на теплоустойчивость	3
7	3	Определение статических и динамических характеристик и параметров гироскопических приборов	4
8	3	Определение статических и динамических характеристик и параметров акселерометров при испытаниях	4
10	4	Анализ методов и условий проведения испытаний и анализ полученных результатов	2
12	4	Способ наименьших квадратов для восстановления аналитических зависимостей по результатам исследований	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Испытание на обнаружение резонансных частот	2
2	2	Испытания на виброустойчивость и воздействие линейных перегрузок	2
3	3	Испытание на холодоустойчивость	3
4	3	Испытание на теплоустойчивость	3
5	4	Определение статических и динамических характеристик и параметров гироскопических приборов. Определение статических и динамических характеристик и параметров акселерометров при испытаниях	3
6	4	Анализ методов и условий проведения испытаний и анализ полученных результатов	3

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Самостоятельное изучение материала. Измерение параметров климатических воздействий. Оценка результатов и оформление документации по испытаниям. Оборудование для проведения климатических испытаний. Камеры тепла. Камеры холода. Камеры влажности. Камеры тепла и влажности. Барокамеры и термобарокамеры. Камеры солнечной радиации. Камеры тропического климата. Камеры соляного тумана. Камеры пыли. Камеры грибообразования. Комплексные испытательные камеры.	доп. лит.: 1	8
Самостоятельное изучение материала. Изучить: методику и режимы испытания на холодоустойчивость. Испытания на	Осн. лит.: [2] , стр. 74, 76, 81-88, 94-98, 100-103	8

воздействие инея и росы. Испытания на воздействие повышенной влажности. Испытания на воздействие атмосферного давления. Испытания на воздействие повышенного давления. Испытания на воздействие солнечного излучения. Испытания на воздействие пыли. Испытания на воздействие повышенного гидростатического давления. Испытания на воздействие соляного тумана. Испытания на внешнее воздействие воды. Испытание на герметичность. Многофакторные климатические испытания.		
Самостоятельное изучение материала. Изучение проведения виброиспытаний. Вибрация, ее параметры и их измерения. Характеристики вибростендов. Испытание на обнаружение резонансных частот. Способы регистрации резонансов. (Частотные анализаторы спектра). Испытания на виброустойчивость, степени жесткости испытаний. Испытания на вибропрочность. Метод качающейся частоты. Метод фиксированной частоты. Комбинированный метод.	Осн. лит.: [1] , [2], стр. 10-12, 16-26, 29-33, 40, 41, 62-80	10
Самостоятельное изучение материала. Оборудование для механических испытаний. Вибростенды механические и электродинамические, ударные стенды. Центрифуги. Меры безопасности при использовании оборудования Измерение параметров механических воздействий и обработка результатов. Погрешности при использовании метода Монте-Карло.	[2], стр. 25-41, доп. лит.: 1	10
Самостоятельное изучение материала. Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при испытаниях. Оформление и анализ результатов испытаний приборов.	Осн. лит.: [3], стр. 9-25, 169-185, [2], стр. 11-31	10
Подготовка к зачету	Осн. лит.: 1-2, доп. лит.: 1, 2	14

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций	Практические занятия и семинары	Встреча с мастер испытательной лаборатории ПГ "Метран". Тема встречи: "Комплексные испытания приборов"	2
Использование методов, основанных на изучении практики (case studies)	Лабораторные занятия	Изучение оборудования и методов испытаний в лаборатории испытаний ПГ «МЕТРАН». Климатические и механические испытания, оборудование и методика проведения	4
Обучение навыкам использования современных средств регистрации данных	Практические занятия и семинары	Используется программа регистрации, контроллер и компьютер с монитором и возможностью распечатки процессов с предварительной обработкой результатов	4

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Интерактивные лекции	Основные положения лекции сопровождаются демонстрацией слайдов. Студенты вовлекаются в активное обсуждение рассматриваемых вопросов, предлагают варианты решений

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: В курсе "Испытания приборов и систем" используются результаты выполнения НИР-овских работ, проводимых с отд.25, ГРЦ им. акад. Макеева, по разработке, методике и испытаниям инерциальных гироскопических приборов и датчиков параметров поступательного движения.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Задачи и цели испытаний. Виды испытаний, основные понятия. Типовые испытания. Оборудование.	ОПК-2 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием работы с компьютером как средством управления информацией	текущий контроль	1-5
Климатические испытания. Электрические испытания. Механические	ПК-7 способностью разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему	текущий контроль	6-48

испытания. Испытание на вибрацию, перегрузку, удар.	профилю деятельности, подготавливать отдельные задания для исполнителей		
Особенности проведения типовых испытаний и испытания гироскопических приборов и систем, акселерометров.	ПК-31 способностью на основе системного подхода разрабатывать модели и выполнять теоретические, лабораторные и натурные испытания и эксперименты для решения эксплуатационных задач с использованием современной аппаратуры	текущий контроль	49-55
Методы испытаний, оборудование и приборы. Оформление результатов испытаний.	ПК-32 способностью представлять результаты испытаний в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	текущий контроль	56-63
Все разделы	ПК-31 способностью на основе системного подхода разрабатывать модели и выполнять теоретические, лабораторные и натурные испытания и эксперименты для решения эксплуатационных задач с использованием современной аппаратуры	Дифференцированный зачет	1-27

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
текущий контроль	ответы на контрольные вопросы	Отлично: показаны систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение использовать материалы изученной дисциплины Хорошо: показаны систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение использовать материалы изученной дисциплины, но допущены при этом не принципиальные ошибки Удовлетворительно: знание материалов изученной дисциплины не в полном объеме Неудовлетворительно: серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины
Дифференцированный зачет	Ответы на контрольные вопросы	Зачтено: показаны систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение использовать материалы изученной дисциплины Не зачтено: серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
текущий контроль	1) На какие виды делятся испытания по месту проведения? 2) В какую группу испытаний входят сравнительно-непрерывные испытания? 3) Перечислить уровни разработки прибора на этапе НИР. 4) Подвиды прямо-сдаточных испытаний?

- 5) Граничные испытания – определение?
- 6) Нормальные и номинальные климатические факторы.
- 7) В чем различие испытаний на теплоустойчивость и теплопрочность?
- 8) Простейшая реализация испытаний на теплоустойчивость (параметры)?
- 9) Простейший случай испытания на холодоустойчивость?
- 10) Параметры и условия образования инея и росы, - смысл испытаний?
- 11) Диапазон изменения повышенного давления при соответствующих испытаниях?
- 12) Параметры, моделирующие солнечное излучение?
- 13) Что означает степень биологического поражения, равная 4?
- 14) До каких значений изменяют давление при испытаниях на воздействие гидростатического давления?
- 15) Каков состав веществ в смеси при испытаниях на воздействие пыли?
- 15) Значение параметров климатических факторов при испытаниях на "плесень"?
- 16) Что собой представляет соляной туман?
- 17) Чем можно охарактеризовать негерметичность?
- 18) Что означает степень водозащищенности " В4 "?
- 19) Какова наихудшая последовательность климатических испытаний для прибора?
- 20) При каких значениях климатических факторов можно на порядок ускорить испытания на коррозионную стойкость?
- 21) Значения перегрузки при испытаниях по 1-ой степени жесткости на воздействие линейных перегрузок?
- 22) Каково поле ускорений на установочной плите центрифуги?
- 23) Как добиться при испытаниях прибора на устойчивость к действию линейных перегрузок уменьшения градиента ускорений по испытываемому прибору?
- 24) Какие параметры вибрации измеряют в зависимости от используемого анализа частот?
- 25) Что такое виброперегрузка?
- 26) Каков диапазон средних частот вибрации?
- 27) При каком значении амплитуды входного виброускорения осуществляют поиск резонансных частот?
- 28) Какое (по отношению) изменение контролируемого параметра означает состояние резонанса?
- 29) Какова должна быть скорость изменения частоты вибрации, чтобы не "упустить" явление резонанса?
- 30) Каков диапазон прокачки частоты вблизи резонансной, реализуемый с целью сокращения времени испытаний?
- 31) Что такое виброустойчивость и вибропрочность?
- 32) Какие параметры вибрации измеряют и регистрируют в диапазоне нижних (средних или высоких) частот?
- 33) Какими параметрами характеризуется виброустойчивость?
- 34) Какую зависимость интенсивности и времени используют для сокращения времени продолжительности виброиспытаний (диапазон изменения интенсивности относительно номинальной)?
- 35) Каков частотный диапазон изменения пьезоэлектрических виброизмерительных устройств?
- 36) Какой тип предусилителя используют для коммутации регистрирующей аппаратуры на "длинной линии" связи (и почему?)?
- 37) Каково "типичное" значение поперечной чувствительности и стабильности характеристик пьезодатчиков вибрации?
- 38) Как формируется спектр виброперегрузок при испытаниях на стенде по результатам летних испытаний (пусков) и измерений в процессе

	эксплуатации? 39) Каким образом расширяют возможности применения вибростендов по нагрузочной способности и по габаритам? 40) Какой совокупностью измерительной техники можно заменить частотный анализатор спектра? 41) Чем предопределяется необходимость использования при регистрации сигналов пьезоакселерометров 1/3 октавных фильтров? 42) Какими параметрами описывается ударный импульс? 43) Какими значениями параметров ударов характеризуется 1-я степень жесткости испытаний на ударную прочность? 44) Из каких соображений выбирают длительность ударного импульса? 45) Какова должна быть длительность ударного импульса при испытаниях приборов с собственной частотой элементов конструкции, лежащей в диапазоне 25...50 Гц? 46) Какой смысл заложен в понятия: "ударная устойчивость" и "ударная прочность"? 47) Каковы значения типовых параметров при испытании на "тряску при транспортировании"? 48) Чем регулируются длительность ударного импульса? 49) Перечислить основные характеристики и технические параметры датчика угловых скоростей (ДУСа)? 50) Чем вызвана "вариация" выходной характеристики ДУСа? 51) В чем заключается противоречие требований по диапазону измерений и чувствительности? 52) При какой ориентации осей прибора – какие (соответственно) составляющие модели ошибок его можно выявить? 53) Каковы основные источники погрешностей акселерометров прямого измерения и компенсационных? 54) Какие существуют методы выявления значений коэффициентов модели погрешностей? 55) Как повысить точность и достоверность измерений при испытаниях акселерометров? 56) Каковы основные физические принципы, положенные в основу методов измерения параметров климатических испытаний? 57) Какие основные блоки включают в себя испытательные камеры "Feitron"? 58) Какие меры предосторожности (по отношению к испытуемым приборам) и меры безопасности (по отношению к человеку и природе) необходимо соблюдать при проведении климатических испытаний? 59) Меры безопасности при эксплуатации камер: термобарокамеры, солнечной радиации, грибообразования? 60) Каковы возможные режимы работы камеры пыли? 61) Какова методика и режимы использования камеры грибообразования? 62) Какими должны быть число измерений параметра для получения достоверного результата с точностью до 0,5%? 63) Что собой представляет и от чего зависит систематическая погрешность измерения?
Дифференцированный зачет	1. Как определить по результатам климатических испытаний рекомендуемый температурный диапазон при эксплуатации? 2. Какое время требуется выдержать прибор при новом значении температуры для получения достоверных результатов? 3. Как осуществляется привязка знака отклонения гироузла без разборки прибора? 4. Объяснить получение координат смещения центра масс гироузла. 5. Чем определяется рекомендуемый (по результатам испытаний) частотный диапазон использования прибора?

	6. Как вычисляется значение виброперегрузки при воздействии вибрации? 7. На скольких частотах проявляется резонанс трёхстепенного прибора? 8. Какова должна быть скорость изменения частоты при поиске резонансов? 9. Каково допустимое значение градиента перегрузки по прибору при испытаниях его на центрифуге? 10. Какова должна быть точность выставки поворотной платформы в горизонт при калибровке ньютонометра о оценке его статических характеристик (порога чувствительности, в частности)? 11. Какова точность задания значений входной угловой скорости? 12. Чем определяется девиация выходной характеристики при изменении направления установления требуемого значения входного параметра? 13. Как определяется собственная частота прибора по результатам испытаний? 14. Чем определяется значение порога чувствительности? 15. Как вычисляется частота недемпфированных колебаний? 16. Правомерен ли способ получения АЧХ ? 17. Сколько резонансов наблюдается при поиске таковых для одностепенного прибора (для двухстепенного...)? 18. Чем обусловлены «лишние» резонансы? 19. Типовые испытания и их виды? Специальные испытания? 20. Какова наихудшая последовательность климатических испытаний для прибора? 21. Чему должно быть равно сопротивление изоляции электрических цепей прибора относительно корпуса для нормальных условий испытаний? 22. Каково типичное максимальное значение виброперегрузок, достижимое на электродинамических вибростендах в диапазоне высоких (2 кГц) частот? 23. Понятие октавы частотного диапазона работы вибростенда? 24. Как подсчитывается виброускорение на столе вибростенда при измерении виброперемещения? 25. Какие известны способы компенсации основных составляющих погрешностей акселерометров? 26. Привести примеры значений из ряда классов точности средств измерений? 27. Какие известны виды погрешностей измерений?
--	--

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Уразаев, З. Ф. Сборка, регулировка и испытание авиационных приборов Учебник для техникумов. - М.: Машиностроение, 1983. - 288 с. ил.
2. Асс, Б. А. Сборка, регулировка и испытание авиационных приборов Учеб. пособие для авиац. техникумов Б. А. Асс, З. Ф. Уразаев, Б. Я. Мясников. - М.: Машиностроение, 1969. - 314 с. ил; 2 л. черт.
3. Никитин, Е. А. Проектирование дифференцирующих и интегрирующих гироскопов и аксельрометров Е. А. Никитин, А. А. Балашова. - М.: Машиностроение, 1969. - 216 с. черт.

б) дополнительная литература:

1. Грановский, В. А. Методы обработки экспериментальных данных

при измерениях. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1990. - 287,[1] с. ил.

2. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара Кн. 1 Справочник: В 2 кн. Под ред. В. В. Ключева. - М.: Машиностроение, 1978. - 447 с. ил.

3. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара Кн. 2 Справочник: В 2 кн. Под ред. В. В. Ключева. - М.: Машиностроение, 1978. - 439 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Асс, Б. А. Сборка, регулировка и испытание авиационных приборов Учеб. пособие для авиац. техникумов Б. А. Асс, З. Ф. Уразаев, Б. Я. Мясников. - М.: Машиностроение, 1969. - 314 с. ил; 2 л. черт.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Асс, Б. А. Сборка, регулировка и испытание авиационных приборов Учеб. пособие для авиац. техникумов Б. А. Асс, З. Ф. Уразаев, Б. Я. Мясников. - М.: Машиностроение, 1969. - 314 с. ил; 2 л. черт.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Шишкин И.Ф. Испытания и испытательное оборудование: уч. пособие/ Г.Ф.Сергусhev, И.Ф.Шишкин. -СП-б,СЗТУ, 1999. -51с. http://window.edu.ru/resource/219/25219/files/nwpi317.pdf	Учебно-методические материалы кафедры	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	529 (36)	Испытание электромеханического прибора на воздействие линейных ускорений. Оборудование и приборы: Центрифуга "G1 696" фирмы "Grfseby instr. L-td", испытуемый прибор "ДУС-Б-2Б", источники питания постоянного тока Б5-44А, цифровой вольтметр В7-27А/1, соединительные кабели.
Лабораторные занятия	529 (36)	Испытания приборов на определение собственных частот колебаний механических узлов. Амортизаторы. Оборудование и приборы: электродинамический вибростенд, испытуемые приборы: - датчик угловой скорости ДУС-Б-2Б; - акселерометр ВТ-36, (МП-21Т); гироскоп ГПК-52. датчики-пьезоакселерометры, осциллограф С 1-103, источники питания (36В, 400 Гц и +.28В), регистрирующая виброаппаратура (усилитель измерительный, коммутатор, блок управления). Примечание: - а) перед проведением испытаний определить собственную частоту подвижного узла - стола вибростенда и убедиться, что она не совпадает с ожидаемым значением собственной частоты прибора; - б) при разворачивании частоты удерживать амплитуду виброперегрузки в "2g".
Лабораторные занятия	529 (36)	Оценка влияния изменения температуры на точностные характеристики приборов (тепло и холодоустойчивость). Оборудование и приборы: климатические камеры тепла и холода "UL-1/77"? "GRONLAND" фирмы "VEB MONSATOR". Испытуемый прибор типа ГПК-52. Источники питания, соединительные кабели, дополнительные измерители температуры. Примечание: а) в каждой из точек контроля температуры измерения параметров дрейфа прибора осуществлять дважды: при "включенной" термокомпенсации и при "выключенной", б) необходимо учитывать «кажущийся» дрейф, обусловленный вертикальной составляющей угловой скорости вращения Земли на широте места проведения испытания.
Лабораторные занятия	529 (36)	Измерение (путем испытаний) основных статических характеристик двухступенного электромеханического прибора типа "датчика угловых скоростей - ИУСТ-11. Оборудование и приборы: широкодиапазонная прецизионная поворотная установка для калибровки датчиков угловой скорости, испытуемый прибор "ИУСТ-11", источники постоянного тока Б5-44А, вольтметр цифровой В7-21А/1, осциллограф С1-103, контроллер и программа "ZETLAB ", "ноутбук" соединительные кабели. Примечание: а) при установке (закреплении) прибора на столе убедиться, что входная ось прибора - вертикальна и направлена в ту сторону (вверх или вниз), которая обеспечивает увеличение входного напряжения при вращении корпуса прибора против хода часовой стрелки, если смотреть сверху. б) для получения вариации выходной характеристики необходимо, изменяя значение входной угловой скорости, устанавливать его, подводя к значению только "снизу" - увеличивая скорость и только "сверху" – уменьшая.
Лабораторные занятия	529 (36)	Динамические характеристики двухступенного электромеханического прибора. Оборудование и приборы: испытуемый прибор ИУСТ-11, генератор сигналов специальной формы Г6-31, осциллограф С1-103, запоминающий осциллограф С8-17, виртуальный осциллограф: контроллер, программа ZETLAB, "ноутбук" источники питания Б5-44А, соединительные кабели. Примечание: при использовании датчика команд для снятия АЧХ ДУСа объяснить правомерность его использования вместо ротационной угловой установки.
Лабораторные занятия	529 (36)	Конструкции акселерометров. Их элементы, особенности. Статические характеристики электромеханических одноступенных приборов типа акселерометр. Оборудование и приборы: Прецизионная установка вращения "G1 569/704/С" фирмы "GRASEBY" или поворотная установка переориентации

		прибора в поле тяготения Земли (КИА-169) (в зависимости от диапазона измерения по паспорту), акселерометры типа ВТ-43 (90м/с) и ВТ-43. (11м/с) , источники постоянного тока Б5-44А, цифровой вольтметр В7-21А/1, осциллограф С 1-103, соединительные кабели. Примечание: при снятии выходной характеристики (для акселерометра с диапазоном измерения, большим 10м/с) на вращающемся столе поворотной установки, - убедиться, что ось чувствительности акселерометра во всех положениях ее – остается в плоскости горизонта.
--	--	--