

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.08 – Гироскопические приборы и системы

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/магистров

Направление подготовки _____ 12.03.01 – «Приборостроение» _____
(код и направление подготовки)

Направленность _____ Информационно-измерительная техника и технологии _____
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения _____ очная, заочная _____
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки _____ 2018 _____

Объем дисциплины _____ 216 часов / 6 з.е. _____
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация _____ экзамен _____
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра _____ Авиационные приборы и устройства _____
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик _____ Авиационные приборы и устройства _____
(наименование кафедры)

Разработчик(и): _____ Гуськов А.А., к.т.н., доцент _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас,
2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945, на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 18.06.2021 г. № 4/1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 12.03.01-34

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	10
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	10
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	15
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	15
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	19
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	24
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
6.1 Основная литература	27
6.2 Дополнительная литература	27
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	27
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	27
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	28
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	28
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	29
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	29
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	30
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	30
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	30
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	30
10.6. Методические указания для выполнения Контрольной работы.....	31
10.7. Методические указания для выполнения курсовой работы (проекта).....	31
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	31

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Гироскопические приборы и системы» является изучение области применения, принципов построения и функционирования гироскопических приборов и систем.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- изучение области применения гироскопических приборов и систем при многовариантном подходе к способам реализации чувствительных элементов и отдельных блоков;
- овладение принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем;
- формирование навыков расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Гироскопические приборы и системы» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 12.03.01 – Приборостроение.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика» (математический анализ, интегральное и дифференциальное исчисления), «Физика», «Теоретическая механика», «Основы автоматического управления», «Элементы приборов и систем», «Измерительные преобразователи», «Аналоговые и цифровые измерительные устройства», «Основы проектирования приборов и систем».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Гироскопические приборы и системы», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Гироскопические приборы и системы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Гироскопические приборы и системы» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2, ПКС-4 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 12.03.01 – Приборостроение.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами (очная форма обучения)

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2								
Электротехника			+	+				
Элементы приборов и систем					+			
Измерительные преобразователи					+			
Компьютерные технологии в приборостроении					+	+		
Электроника и микропроцессорная техника					+	+		
Аналоговые и цифровые измерительные устройства						+		
Гироскопические приборы и системы							+	
САПР в приборостроении							+	
Микроэлектромеханические системы							+	+
Преддипломная практика								+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								+
Государственная итоговая аттестация								+

продолжение таблицы 3.1

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-4								
Элементы приборов и систем					+			
Измерительные преобразователи					+			
Аналоговые и цифровые измерительные устройства						+		
Основы проектирования приборов и систем						+	+	
Измерительные информационные системы							+	
Гироскопические приборы и системы							+	
Микроэлектромеханические системы							+	+
Надежность и качество средств измерений								+
Надежность приборов и систем								+
Преддипломная практика								+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								+
Государственная итоговая аттестация								+

Таблица 3.2 – Формирование компетенций дисциплинами (заочная форма обучения)

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПКС-2										
Электротехника					+	+				
Компьютерные технологии в приборостроении						+				
Элементы приборов и систем							+			
Электроника и микропроцессорная техника							+			
Аналоговые и цифровые измерительные устройства								+		
Гироскопические приборы и системы									+	
Микроэлектромеханические системы									+	
САПР в приборостроении										+
Преддипломная практика										+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										+
Государственная итоговая аттестация										+
ПКС-4										
Элементы приборов и систем							+			
Аналоговые и цифровые измерительные устройства								+		
Основы проектирования приборов и систем								+		
Измерительные информационные системы								+		
Гироскопические приборы и системы									+	
Микроэлектромеханические системы									+	
Надежность и качество средств измерений										+
Преддипломная практика										+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										+
Государственная итоговая аттестация										+

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Гироскопические приборы и системы», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-2 Способность рассчитывать и проектировать типовые системы и приборы, детали и узлы при многовариантном подходе к способам реализации ЧЭ и отдельных блоков приборов и систем на базе принципа декомпозиции структуры и блочного подхода к конструированию	ИПКС-2.3 - Формирует набор возможных способов реализации ЧЭ и отдельных блоков измерительных систем. ИПКС-2.5 - Рассчитывает и проектирует типовые приборы и системы	Знать: принципы построения и способы реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем	Уметь: рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков	Владеть: навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем

продолжение таблицы 3.2

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-4 Способность разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС-4.1 - Владеет принципами построения и функционирования приборов и систем	Знать: типы, принципы построения и области применения гироскопических приборов и систем	Уметь: разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем	Владеть: принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед. или 216 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам
Для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		7 семестр	9 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216/216	216/–	–/216
1. Контактная работа:	96/33	96/–	–/33
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	90/26	90/–	–/26
занятия лекционного типа (Л)	42/16	42/–	–/16
практические занятия (ПЗ)	28/10	28/–	–/10
лабораторные работы (ЛР)	20/–	20/–	–
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6/7	6/–	–/7
курсовая работа (проект) (КР/КП), расчетно-графическая работа (РГР), контрольная работа (к.р.) (консультация, защита)	–/1	–	–/1
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4/–	–/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/–	–/2
2. Самостоятельная работа (СРС)	120/183	120/–	–/183
реферат/эссе (подготовка)	–	–	–
расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–	–
контрольная работа	–/18	–	–/18
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	–	–	–
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	84/129	84/–	–/129
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)		–	
Подготовка к экзамену (контроль)	36/36	36/–	–/36

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
7 семестр / 9 семестр							
ПКС-2 ИПКС-2.5 ПКС-4 ИПКС-4.3	Раздел 1. Введение в курс «Гироскопические приборы и устройства»						
	Тема 1.1. Введение	2/1	–	–	2/3	Гироскоп в кардановом подвесе. Основные свойства гироскопа. Гироскопические явления в природе и технике. Классификация гироскопов. Области применения гироскопических приборов и систем.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.2], [6.1.3] Самостоятельное решение задач по темам [6.1.3], [6.2.1], [6.3.1]
	Тема 1.2. Системы координат	2/1	–	2/1	4/6	Базовые системы координат (СК) и СК, связанные с объектом. Углы ориентации летательного аппарата. Инерциальная СК. Географическая СК. Ортодромическая СК. СК, связанная с траекторией движения объекта. Подвижная СК, связанная с осями гироскопа (оси Резаля).	
	Тема 1.3. Некоторые положения механики твердого тела	2/2	–	4/3	6/7	Кинематика вращательного движения. Момент силы. Момент инерции тела. Динамика вращательного движения твердого тела. Сложное движение точки. Ускорение и силы инерции Кориолиса. Физика возникновения гироскопического момента. Теорема об изменении момента количества движения в инерциальной и подвижной СК.	
	Итого по 1 разделу	6/4	–	6/4	12/16		
ПКС-2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.5 ПКС-4 ИПКС-4.3	Раздел 2. Роторные гироскопы						
	Тема 2.1. Основные свойства астатического гироскопа	2/1	–	2/1	4/6	Физика прецессионного движения астатического гироскопа. Уравнения движения астатического гироскопа. Картинная плоскость. Свободное движение гироскопа. Нутационные колебания. Движение под действием постоянного момента. Псевдорегулярная прецессия.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1] - [6.1.5]
	Тема 2.2. Основные свойства двухстепенного гироскопа	2/1	–	2/1	4/6	Уравнения движения двухстепенного гироскопа. Поведение двухстепенного гироскопа на неподвижном и подвижном основании.	
	Тема 2.3. Свободный гироскоп	2/2	8/–	–	6/8	Устройство и область применения свободного гироскопа (СГ). Инструментальные погрешности СГ. Методические погрешности СГ на подвижном основании.	
	Тема 2.4. Гироскопы на сферической шарикоподшипниковой опоре	2/–	–	–	4/6	Устройство и конструктивные особенности гироскопа на СШО. Работа гироскопа на СШО в режиме ДУС. Погрешности гироскопа на СШО.	
	Тема 2.5. Электромеханические датчики угловой скорости	4/2	4/–	4/2	10/18	Принцип действия ДУС прямого измерения. Уравнение движения ДУС прямого измерения. Структурная схема ДУС. Методические и инструмен-	

	рости					тальные погрешности ДУС. Способы уменьшения погрешностей. Принцип действия компенсационного ДУС. Структурная схема компенсационного ДУС, погрешности. Устройство и конструктивные особенности электромеханических ДУС.	
	Итого по 2 разделу	12/6	12/–	8/4	28/44		
ПКС-2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.5	Раздел 3. Измерители углов тангажа и крена (гировертикали)						
	Тема 3.1. Принцип построения гировертикали	2/1	2/–	–	4/6	Физический маятник. Устройство и кинематика гировертикали с электрической системой коррекции. Принцип действия гировертикали.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.1.5], [6.2.1] Самостоятельное решение задач по темам [6.2.1], [6.2.3], [6.3.1] Подготовка отчета о лабораторной работе [6.1.1]
ПКС-4 ИПКС-4.3	Тема 3.2. Математическая модель гировертикали	3/0,5	1/–	4/2	6/12	Общая модель гировертикали. Поведение гировертикали на неподвижном основании. Поведение гировертикали при движении основания с постоянной скоростью. Поведение гировертикали при движении основания с постоянным ускорением. Поведение гировертикали на вираже объекта.	
	Тема 3.3. Конструктивные особенности гировертикали	1/0,5	1/–	–	2/2	Основные элементы и узлы гировертикали. Варианты конструктивной реализации гировертикали. Авиагоризонты. Инструментальные погрешности.	
	Итого по 3 разделу	6/2	4/–	4/2	12/20		
ПКС-2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.5	Раздел 4. Вибрационные гироскопы						
	Тема 4.1. Роторные вибрационные гироскопы	4/2	–	4/–	6/10	Принцип действия роторного вибрационного гироскопа (РВГ). Уравнения движения двухстепенного РВГ в подвижной и базовой СК, условие резонансной настройки. Уравнения движения РВГ с тремя степенями свободы. Режим динамической настройки РВГ. Методические и инструментальные погрешности РВГ. Работа ДНГ в режиме ДУС. Устройство и конструктивные особенности РВГ и ДНГ.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.2], [6.1.3], [6.1.5], [6.2.4] - [6.2.7] Самостоятельное решение задач по темам [6.1.5], [6.2.1], [6.2.4] – [6.2.7], [6.3.1]
ПКС-4 ИПКС-4.3	Тема 4.2. Волновые твердотельные гироскопы	2/–	–	2/–	4/7	Принцип действия волнового твердотельного гироскопа (ВТГ). Режим работы ВТГ-ДУС. Режим работы ВТГ-ИГ. Система съема информации ВТГ. Конструктивные особенности ВТГ. Основные погрешности ВТГ.	
	Тема 4.3. Микромеханические гироскопы	–	–	–	4/4	Схемы построения и принцип действия микромеханических гироскопов (ММГ): Одномассовые и двухмассовые ММГ, ММГ LL-типа, LR-типа, RR-типа. Конструктивные и технологические особенности ММГ. Погрешности ММГ.	
	Итого по 4 разделу	6/2	–	6/–	14/21		
ПКС-2 ИПКС-2.3	Раздел 5. Оптические гироскопы						
	Тема 5.1. Теоретические основы работы оптических гироскопов	1/–	–	–	1/2	Эффект Саньяка и возможность его применения при измерении угловой скорости.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.5], [6.2.8], [6.2.9] Подготовка отчета о лабораторной работе [6.1.1]
ПКС-4 ИПКС-4.3	Тема 5.2. Волоконно-оптические гироскопы	3/1	4/–	–	5/8	Схемы построения и принцип действия волоконно-оптических гироскопов (ВОГ). Варианты конструктивного исполнения ВОГ. Погрешности ВОГ.	
	Тема 5.3. Лазерные гироскопы	2/1	–	–	2/2	Принцип действия лазерных гироскопов (ЛГ). Варианты конструктивного исполнения ЛГ. Погрешности ЛГ.	

	Итого по 5 разделу	6/2	4/–	–	8/12		
ПКС-2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.5 ПКС-4 ИПКС-4.3	Раздел 6. Гироскопические стабилизаторы						
	Тема 6.1. Общие сведения о гиростабилизаторах	1/–	–	–	2/2	Назначение и область применения гироскопических стабилизаторов (ГС). Объекты стабилизации. Классификация ГС.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.2], [6.1.4], [6.2.8], [6.2.9]
	Тема 6.2. Одноосные гироскопические стабилизаторы	3/–	–	4/–	6/10	Схема построения и принцип действия одноосного силового и индикаторного ГС. Режимы стабилизации, управления, коррекции. Уравнения движения одноосного ГС. Ошибка стабилизации. Анализ устойчивости ГС.	
	Тема 6.3. Двухосные и трехосные гироскопические стабилизаторы	2/–	–	–	2/4	Схемы построения и принцип действия двухосных индикаторных ГС. Элементы и узлы ГС. Схема построения и принцип действия трехосного ГС.	Самостоятельное решение задач по темам [6.2.8], [6.2.9], [6.3.1]
	Итого по 6 разделу	6/2	–	4/–	10/16		
	КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	–	–	–	–/18	Выполнение индивидуального практического задания	Самостоятельное решение задач [6.3.1]
	ИТОГО по дисциплине	42/16	20/–	28/10	84/147		

Перечень лабораторных работ по дисциплине приведен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Перечень лабораторных работ для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Тема лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
ПКС-2 ИПКС-2.3 ИПКС-2.5	Раздел 2, Тема 2.3	Изучение свойств свободного гироскопа	8
	Раздел 2, Тема 2.5	Изучение свойств датчика угловых скоростей	4
	Раздел 3, Темы 3.1, 3.2, 3.3	Изучение свойств гировертикалей	4
ПКС-4 ИПКС-4.3	Раздел 5, Тема 5.2	Изучение свойств волоконно-оптического гироскопа	4
Итого			20

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Информационно-коммуникационные технологии
Лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях, ответы на вопросы преподавателя при работе в интерактивном режиме. Практические занятия проводятся в форме решения задач по конкретным темам курса как совместно с преподавателем, так и самостоятельно студентами. При решении задач преподавателем оценивается выбор метода и алгоритма решения, правильность решения, затраченное время, качество оформления, умение представить и объяснить решение, ответы на вопросы преподавателя. Лабораторные работы выполняются группами студентов от 2 до 4 чел. При выполнении лабораторных работ оценивается уровень знаний по заданной тематике, умений и навыков проведения исследований, грамотность оформления отчета, умение представить и объяснить ход выполнения лабораторной работы и проанализировать полученные результаты.

Самостоятельная работа студента включает самостоятельную проработку теоретического материала по темам и разделам курса, выполнение индивидуальных практических заданий по конкретным темам курса, подготовку отчетов по лабораторным работам. Студенты заочной формы обучения в рамках самостоятельной работы дополнительно выполняют итоговую Контрольную работу.

Текущая аттестация проводится в форме устного опроса на практических занятиях по теоретическим материалам при защите решений индивидуальных задач, в форме защиты отчетов по лабораторным работам. По итогам изучения отдельных тем и разделов курса текущая аттестация проводится в форме тестирования в СДО Moodle.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (зачет, экзамен), если в результате изучения разделов дисциплины в рамках текущего контроля по каждой теме выполнено не менее 50 процентов заданий и выполнены и защищены все лабораторные работы.

Промежуточная аттестация студентов очной формы обучения проводится в форме экзамена (7 семестр). Промежуточная аттестация студентов заочной формы обучения проводится в форме итоговой Контрольной работы и экзамена (9 семестр).

Контрольная работа студентов заочной формы обучения оценивается по системе зачет/незачет. Контрольная работа включает в себя 5 задач по индивидуальным вариантам. Контрольная работа оформляется в письменном виде; сдача Контрольной работы происходит в формате устной беседы с преподавателем. Для успешной сдачи Контрольной работы необходимо правильно решить и уметь объяснить решение не менее четырех задач.

Экзамен проводится в два этапа: практический – в форме итогового тестирования в СДО Moodle, теоретический – в форме устного ответа на теоретические вопросы из экзаменационного билета. Итоговый тест включает в себя 30 вопросов, Время на подготовку – 30 мин. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса. При промежуточном контроле (экзамене) успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2. Шкала соответствия набранных баллов* и экзаменационной оценки представлена в табл. 5.3.

*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			уровень показателя «недостаточный»	уровень показателя «достаточный»	
ПКС-2 Способность рассчитывать и проектировать типовые системы и приборы, детали и узлы при многовариантном подходе к способам реализации ЧЭ и отдельных блоков приборов и систем на базе принципа декомпозиции структуры и блочного подхода к конструированию	ИПКС-2.3 - Формирует набор возможных способов реализации ЧЭ и отдельных блоков измерительных систем. ИПКС-2.5 - Рассчитывает и проектирует типовые приборы и системы	Знания: принципы построения и способы реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем	а) отсутствие участия или единичные не всегда верные высказывания; б), в) не отвечает на вопросы или при ответе путает понятия, не знает принципов построения и способов реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем г) выполнено менее 50 процентов заданий в тестах	а) принимает активное участие в дискуссиях, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины; б), в) отвечает на вопросы, демонстрируя знания принципов построения и способов реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем г) выполнено не менее 50 процентов заданий в тестах	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач в) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ г) Выполнение тестов по отдельным темам
		Умения: рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков	а), б) в большей части ответов не демонстрирует умения рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем; не умеет обосновывать свои решения; б) выполнено менее 50 процентов заданий в тестах	а), б) демонстрирует умения рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем; обосновывает свои решения; в) выполнено не менее 50 процентов заданий в тестах	а) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач б) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ в) Выполнение тестов по отдельным темам
		Навыки: владеть навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем	а) не демонстрирует навыки расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем б) выполнено менее 50 процентов заданий в тестах	а) демонстрирует навыки расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем б) выполнено не менее 50 процентов заданий в тестах	а) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач б) выполнение тестов по отдельным темам
ПКС-4 Способность разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС-4.1 - Владеет принципами построения и функционирования приборов и систем	Знания: типы, принципы построения и области применения гироскопических приборов и систем	а) отсутствие участия или единичные не всегда верные высказывания; б), в) не отвечает на вопросы или при ответе путает понятия, не знает принципов построения и области применения гироскопических приборов и систем г) выполнено менее 50 процентов заданий в тестах	а) принимает активное участие в дискуссиях, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины; б), в) отвечает на вопросы, демонстрируя знания принципов построения и области применения гироскопических приборов и систем г) выполнено не менее 50 процентов заданий в тестах	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач в) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ г) выполнение тестов по отдельным темам

		Умения: разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем	а), б) в большей части ответов не демонстрирует умения разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем; не умеет обосновать свои решения; б) выполнено менее 50 процентов заданий в тестах	а), б) демонстрирует умения разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем; обосновывает свои решения; в) выполнено не менее 50 процентов заданий в тестах	а) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач б) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ в) выполнение тестов по отдельным темам
		Навыки: владеть принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем	а), б) не демонстрирует владение принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем б) выполнено менее 50 процентов заданий в тестах	а), б) демонстрирует владение принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем в) выполнено не менее 50 процентов заданий в тестах	а) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач б) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ в) выполнение тестов по отдельным темам

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания						Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	4 балла	5 баллов	7 баллов	
ПКС-2 Способность рассчитывать и проектировать типовые системы и приборы, детали и узлы при многовариантном подходе к способам реализации ЧЭ и отдельных блоков приборов и систем на базе принципа декомпозиции структуры и блочного подхода к конструированию ПКС-4 Способность разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС-2.3 - Формирует набор возможных способов реализации ЧЭ и отдельных блоков измерительных систем. ИПКС-2.5 - Рассчитывает и проектирует типовые приборы и системы ИПКС-4.1 - Владеет принципами построения и функционирования приборов и систем	Знания: принципы построения и способы реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем;	нет ответа на теоретический вопрос билета*	ответ на вопрос не полный, при ответе допускает неточности и ошибки, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины*	ответ на вопрос абсолютно правильный и полный*	–	–	–	Ответ на теоретический вопрос билета
		типы, принципы построения и области применения гироскопических приборов и систем	нет ответа	ответ абсолютно правильный или с некоторыми несущественными неточностями, которые студент исправляет в ходе дискуссии	–	–	–	–	Ответ на дополнительный вопрос
		Умения: рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков; разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем Навыки: владеть навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем; владеть принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем	выполнено менее 40 процентов заданий в тестах	выполнено не менее 40 процентов заданий в тестах	выполнено не менее 50 процентов заданий в тестах	выполнено не менее 60 процентов заданий в тестах	выполнено не менее 70 процентов заданий в тестах	выполнено не менее 80 процентов заданий в тестах	Тестирование

*) – баллы начисляются за каждый теоретический вопрос в билете отдельно

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов* и экзаменационной оценки

Шкала оценивания*	экзаменационная оценка
0...5 баллов	«неудовлетворительно»
6...7 баллов	«удовлетворительно»
8...9 баллов	«хорошо»
10...12 баллов	«отлично»

*) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

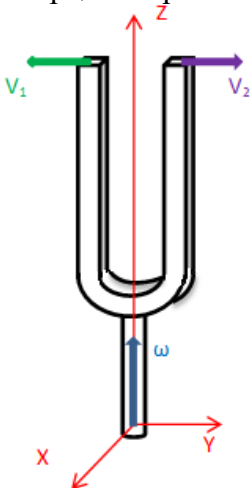
Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- выполнение практических заданий в виде решения задач;
- выполнение лабораторных работ с подготовкой отчета и последующей защитой отчета;
- тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам дисциплины.

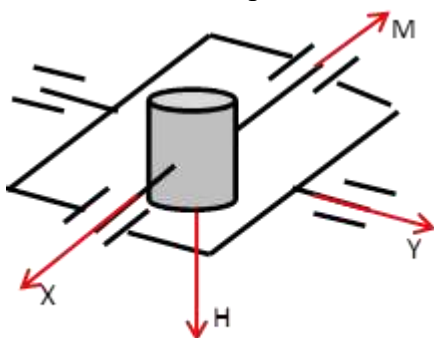
Типовые задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Определить проекции абсолютной угловой скорости на оси системы координат связанной с траекторией движения объекта при полете на Восток ($\rho = 0$).

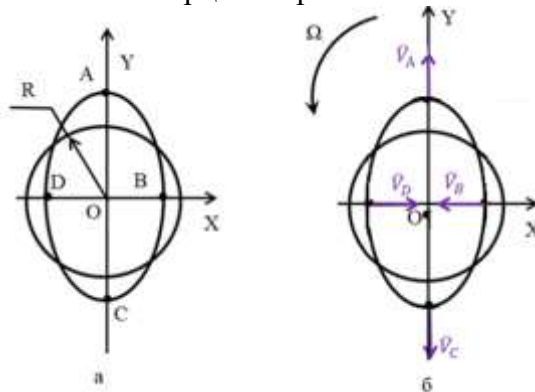
Задача 2. Определить направление сил инерции Кориолиса ветвей камертона



Задача 3. Определить поведение астатического гироскопа для следующей схемы



Задача 4. Определить направление сил инерции Кориолиса ВТГ



Задача 5. Определить траекторию вершины гироскопа на картинной плоскости:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 - (\omega_K^\alpha + m_{внут})t \\ \beta &= \beta_0 - (\omega_K^\beta - m_{внеш})t \end{aligned} \right\}$$

Примеры индивидуальных практических заданий

Практическое задание на тему «Гировертикаль»

- 1) Разработать функциональную и структурную схемы гировертикали с электрической системой коррекции
- 2) Рассчитать кинетический момент гироскопа (Осевой момент инерции $J_z = 3 \cdot 10^{-5} \text{ кг м}^2$; Скорость вращения ротора $\Omega = 20000 \text{ об/мин}$).
- 3) Определить величину момента коррекции постоянного участка статической характеристики системы коррекции для следующих условий:
 - полет объекта прямолинейный с постоянным ускорением;
 - допустимая баллистическая погрешность не более 2 градусов;
 - объект набирает скорость от $V_1 = 300 \text{ км/час}$ до $V_2 = 900 \text{ км/час}$;
 - время набора скорости 5 мин.
- 4) Рассчитать величину крутизны пропорционального участка статической характеристики системы коррекции для следующих условий:
 - полет объекта прямолинейный с постоянной скоростью в северном полушарии на широте 60° , с углом курса 60° ;
 - полет – горизонтальный, скорость полета 700 км/ч ;
 - допустимая скоростная погрешность не более 12 угл. мин.
- 5) Рассчитать статическую погрешность гировертикали для неподвижного основания (Моменты сил трения в опорах внутренней рамки $M_{вн} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ Н м}$; Моменты сил трения в опорах внешней рамки $M_{внш} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Н м}$).
- 6) Построить статическую характеристику системы коррекции.

Практическое задание на тему «Электромеханический ДУС»

- 1) Разработать функциональную и структурную схему ДУС прямого измерения.
- 2) Определить допустимый угол поворота рамки по погрешности от перекрестных связей.
- 3) Определить приведенную угловую жесткость моментного устройства
- 4) Определить порог чувствительности ДУС.
- 5) Определить дрейф ДУС.

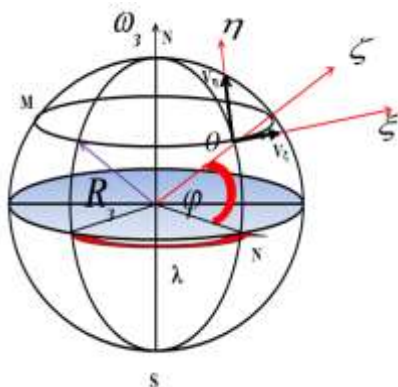
Исходные данные:

- Диапазон измерений 60 град/сек ;
- Перекрестная угловая скорость 40 град/сек ;
- Кинетический момент $0,01 \text{ Н м с}$;
- Момент трения в опорах $2 \cdot 10^{-4} \text{ Н м}$;
- Момент небаланса $5 \cdot 10^{-4} \text{ Н м}$;
- Погрешность от перекрестных связей 1% .

Типовые тестовые задания

1. Заданы уравнения проекций угловых скоростей географической системы координат (рис.):

$$U_{\xi} = -\frac{V_{\eta}}{R_3}; \quad U_{\eta} = \omega_3 \cos \varphi + \frac{V_{\xi}}{R_3}; \quad U_{\zeta} = \omega_3 \sin \varphi + \frac{V_{\xi}}{R_3} \operatorname{tg} \varphi$$



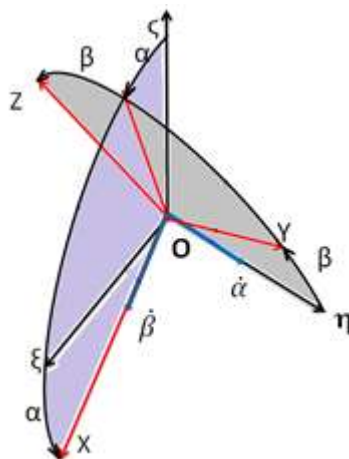
При одновременном выполнении каких условий данные уравнения преобразуются к следующему виду:

$$U_{\xi} = \frac{V_{\eta}}{R_3}; \quad U_{\eta} = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega_3; \quad U_{\zeta} = \frac{\omega_3}{2}$$

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ ЛА движется на восток
- ☐ движение происходит в северном полушарии
- ☐ широта места 30 градусов
- ☐ широта места 60 градусов
- ☐ ЛА движется на запад
- ☐ движение происходит в южном полушарии
- ☐ ЛА движется на север
- ☐ ЛА движется на юг

2. Определить направляющий косинус между осями Oζ и OΥ для представленной векторной диаграммы



Выберите один ответ:

- ☐ $-\sin \alpha \sin \beta$
- ☐ $\cos \alpha \sin \beta$

- ☐ $\cos\alpha \cos\beta$
- ☐ $\sin\alpha \cos\beta$
- ☐ $-\cos\alpha \cos\beta$
- ☐ $-\sin\alpha \cos\beta$
- ☐ $\sin\alpha \sin\beta$
- ☐ $-\cos\alpha \sin\beta$

3. Астатический гироскоп это...

Выберите один ответ:

- ☐ 2-х степенный гироскоп
- ☐ 3-х степенный гироскоп, центр тяжести, которого совпадает с неподвижной точкой
- ☐ 3-х степенный гироскоп с системой коррекции
- ☐ 3-х степенный гироскоп, центр тяжести которого смещен относительно точки подвеса

4. К трехстепенному гироскопу приложен момент внешних сил. Гироскоп начал прецессировать, но после начала прецессии момент внешних сил исчез. Как будет дальше вести себя гироскоп?

Выберите один ответ:

- ☐ Прецессия прекратится, когда гироскоп развернется на 90 градусов
- ☐ Гироскоп продолжит движение по инерции.
- ☐ Прецессия гироскопа прекратится. Гироскоп вернется в исходное положение
- ☐ Прецессия гироскопа прекратится. Гироскоп останется в отклоненном положении.

5. Летательный аппарат совершает набор высоты с постоянной скоростью полета. Что будет показывать гировертикаль?

Выберите один ответ:

- ☐ Скоростная ошибка в этом случае не проявляется
- ☐ Показания будут больше действительного угла тангажа на величину скоростной ошибки
- ☐ Показания будут меньше действительного угла тангажа на величину скоростной ошибки

Типовые задания к лабораторным работам

Лабораторная работа «Изучение свойств свободного гироскопа»

Цель работы - изучение основных свойств гироскопа и уяснение физической сущности гироскопических явлений.

Задачи работы - экспериментальное определение основных параметров движения гироскопа и характеристик лабораторного макета.

В работе представлены основные положения общей теории гироскопов и такие фундаментальные понятия как: ускорение Кориолиса, сила инерции Кориолиса, гироскопический момент, правило прецессии. Проведено исследование математической модели астатического гироскопа. Определены основные свойства двухстепенного гироскопа.

Дано описание лабораторной установки включающей: свободный гироскоп ГС – 9В, коммутационный пульт, источники питания, набор грузов, мультиметр.

В экспериментальной части указаны перечень и содержание необходимых процедур для исследования поведения свободного гироскопа и их последовательность.

Задание к лабораторной работе

1. Изучить принципиальную схему и устройство лабораторной установки.
2. Проследить на лабораторной установке:

- а) свойство гироскопа сохранять неизменным направление своей оси в пространстве при отсутствии внешних моментов относительно осей его подвеса и при различных поворотах основания;
- б) правила прецессии гироскопа при действии внешних моментов относительно осей подвеса;
3. Определить направление кинетического момента.
4. Снять зависимость скорости прецессии ω главной оси гироскопа от величины внешнего момента M_B при постоянном значении кинетического момента H ($\omega = f(M_B)$ при $H = const$).
5. По полученным экспериментальным данным подсчитать количественное значение величины кинетического момента H .

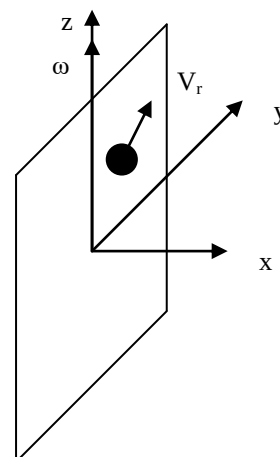
Контрольные вопросы

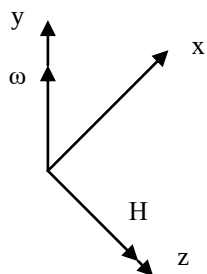
1. При каких условиях возникают ускорения Кориолиса (поворотные ускорения)? Поясните на примерах.
2. Как определить величину и направления ускорения Кориолиса?
3. Дайте физическое пояснение причины возникновения ускорений Кориолиса.
4. Чему равно ускорение Кориолиса точки, движущейся по поверхности вращающегося с постоянной угловой скоростью цилиндра? шара?
5. Что является следствием движения тела с ускорением Кориолиса? Поясните на примерах.
6. Какой момент называют гироскопическим? Дайте физическое пояснение причины его возникновения?
7. Какое движение называют прецессионным?
8. Как и почему будет двигаться быстровращающийся ротор под действием постоянного момента? При ударе?
9. Поясните значения терминов: «псевдорегулярная прецессия», «регулярная прецессия», «нута́ция».
10. Что такое гироскоп? Приведите примеры и нарисуйте несколько известных схем.
11. Сформулируйте теорему о кинетическом моменте и поясните ее сущность на примере движения гироскопа.
12. Чем объяснить повышенную инерционность гироскопа?
13. Приведите примеры применения трехстепенного гироскопа.
14. Какой гироскоп называют двух степенным? В чем особенности его поведения?
15. Приведите примеры применения двухстепенного гироскопа.
16. Поясните влияние несбалансированности на поведение трехстепенного гироскопа.
17. Почему при совмещении рамок гироскопа он быстро поворачивается в направлении приложенного момента.
18. Как проиллюстрировать нутационные колебания гироскопа?
19. От каких параметров гироскопа зависят амплитуда и частота нутации?

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

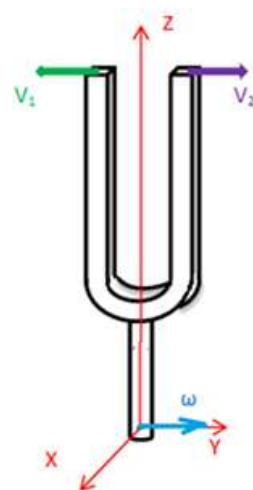
Пример варианта Контрольной работы (заочная форма обучения)

1. Укажите направление силы инерции Кориолиса (Вдоль какой оси и в каком направлении), действующей на материальной точку массой m . Относительная скорость V_r лежит в обозначенной плоскости ZY .

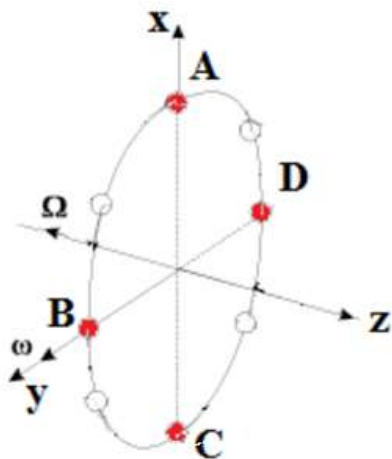




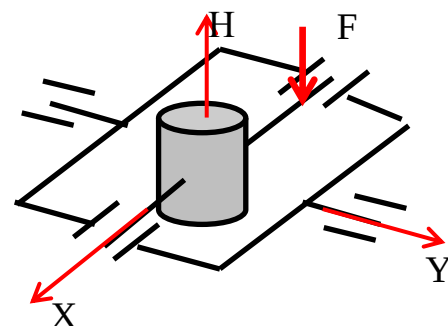
2. Укажите направление момента внешних сил (вдоль какой оси и в каком направлении). H – кинетический момент ротора гироскопа, ω – угловая скорость прецессии.



3. Что будет с камертоном при вращении основания вокруг оси Y ?



4. Кольцо вращается с угловыми скоростями Ω и ω . Определить направление вектора кориолисова ускорения W_k в точке A (вдоль какой оси и в каком направлении).



5. Опишите физические процессы, происходящие с трехступенным гироскопом в представленном случае? (F – внешняя сила, H – кинетический момент)

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Проявление гироскопических эффектов в природе и технике.
2. Области применения гироскопических приборов и систем. Классификация гироскопов.
3. Базовые системы координат и системы координат, связанные с объектом. Углы ориентации летательного аппарата.
4. Географическая система координат.
5. Ортодромическая система координат.
6. Система координат, связанная с траекторией объекта.
7. Подвижная системы координат связанная с осями гироскопа (оси Резаля).
8. Кориолисово (поворотное) ускорение. Физическое пояснение возникновения кориолисова ускорения.
9. Гироскопический момент. Физическое пояснение возникновения гироскопического момента.
10. Теорема об изменении момента количества движения в инерциальной и подвижной системах координат.
11. Кинематическая схема трехступенного гироскопа. Основные свойства гироскопа.
12. Уравнения движения трехступенного гироскопа. Картиная плоскость.
13. Свободное движение трехступенного гироскопа. Нутационные колебания.
14. Движение трехступенного гироскопа под действием постоянного внешнего момента. Псевдорегулярная прецессия.
15. Основные свойства двухступенного гироскопа.
16. Свободный гироскоп: устройство, область применения, погрешности.

17. Гироскопы на сферической шарикоподшипниковой опоре: устройство, конструктивные особенности, режимы работы, погрешности.
18. Электромеханический ДУС прямого измерения: устройство, принцип действия, погрешности.
19. Электромеханический ДУС компенсационного типа: устройство, принцип действия, структурная схема, погрешности.
20. Принцип построения гировертикали с электрической системой коррекции.
21. Поведение гировертикали на неподвижном основании и при движении основания с постоянной скоростью. Физическое обоснование образования скоростных ошибок.
22. Поведение гировертикали при движении основания с постоянным ускорением и на вираже объекта.
23. Основные элементы и узлы гировертикали. Варианты конструктивной реализации гировертикали.
24. Роторный вибрационный гироскоп с двумя степенями свободы: схема построения, принцип действия, уравнения движения, условие резонансной настройки.
25. Роторный вибрационный гироскоп с тремя степенями свободы. Условие динамической настройки РВГ с тремя степенями свободы.
26. Волновой твердотельный гироскоп: устройство, принцип действия, режимы работы, погрешности.
27. Микромеханические гироскопы: схемы построения, конструктивные и технологические особенности, погрешности.
28. Микромеханические гироскопы LL-типа.
29. Микромеханические гироскопы LR-типа.
30. Микромеханические гироскопы RR-типа.
31. Эффект Саньяка и возможность его применения при измерении угловой скорости.
32. Волоконно-оптические гироскопы: схемы построения, принцип действия, погрешности.
33. Лазерные гироскопы: принцип действия, варианты исполнения, погрешности.
34. Назначение и область применения гироскопических стабилизаторов. Объекты стабилизации. Классификация ГС.
35. Одноосный силовой гиростабилизатор: схема построения, принцип действия, режимы работы, погрешности.
36. Одноосный индикаторный гиростабилизатор: схема построения, принцип действия, режимы работы, погрешности.
37. Схема построения и принцип действия двухосного индикаторного гиростабилизатора.

Примеры тестовых задач к экзамену

Вопрос 1

Осталось
попыток: 1
Балл: 1,00

При каких условиях уравнения движения трехстепенного гироскопа

$$\left. \begin{aligned} J_{\Sigma} \ddot{\beta} - H \dot{\alpha} &= -M_x \\ J_{\Sigma} \ddot{\alpha} + H \dot{\beta} &= M_y \end{aligned} \right\}$$

становятся уравнениями движения двухстепенного?

α – движение вокруг оси внешней рамки, β – движение вокруг оси внутренней рамки,
 m – масса гироскопа, M – масса основания

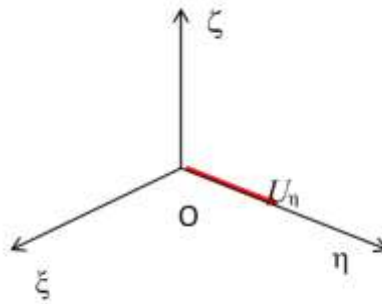
Выберите один или несколько ответов:

- ☐ Только $\ddot{\alpha} = 0$
- ☐ Только $\ddot{\beta} = 0$
- ☐ $\dot{\beta} = 0$ или $\dot{\alpha} = 0$
- ☐ Соотношение масс m и M не имеет значения
- ☐ Возмущающие моменты M_x и M_y равны нулю.
- ☐ m значительно меньше M

Проверить

Вопрос 2. Как необходимо расположить двухстепенный гироскоп (OX – ось рамки, OY – ось перпендикулярная к рамке, OZ – главная ось) по отношению к представленной системе координат, чтобы на гироскоп не влияла угловая скорость системы координат (подшипники идеальные).

U_n – угловая скорость вращения основания

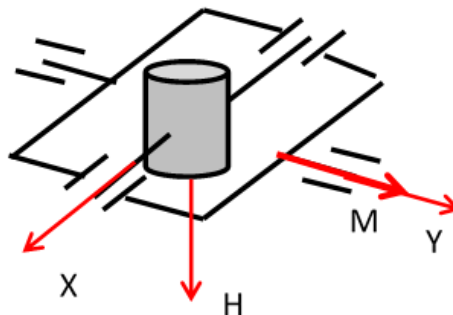


Выберите один или несколько ответов:

- ☐ Ось Z по оси ζ , ось X по оси η
- ☐ Ось Z по оси η , ось X по оси ζ
- ☐ Ось Z по оси ζ , ось X по оси ξ
- ☐ Ось Z по оси ξ , ось X по оси η
- ☐ Ось Z по оси η , ось X по оси ξ
- ☐ Ось Z по оси ξ , ось X по оси ζ

Вопрос 3. Как долго будет прецессировать гироскоп в рассматриваемом случае?

M – внешний момент, H – кинетический момент



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ До совмещения вектора H с осью Y .
- ☐ После совмещения вектора H с осью Y гироскоп будет вращаться вокруг оси Y
- ☐ После совмещения вектора H с осью X гироскоп остановится
- ☐ После совмещения вектора H с осью X гироскоп будет вращаться вокруг оси X
- ☐ Прецессия не совершается, так как в этом направлении нет степени свободы
- ☐ Прецессия гироскопа будет совершаться постоянно, пока не исчезнет момент M
- ☐ До совмещения вектора H с осью X .
- ☐ После совмещения вектора H с осью Y гироскоп остановится

Вопрос 4. Условием эффективной работы ДУС с «электрической» пружиной является....

K – контурный коэффициент усиления, $K_{МУ}$ – коэффициент передачи моментного устройства, $M_{пр}$ – паразитные моменты упругости, i – ток в катушке моментного устройства

Ответы:

1. $K \gg M_{пр}$
2. $K_{МУ} \gg M_{пр}$
3. $iK_{МУ} \gg M_{пр}$

Вопрос 5. Режим динамической настройки трехстепенного роторного вибрационного гироскопа обеспечивается...

Ответы:

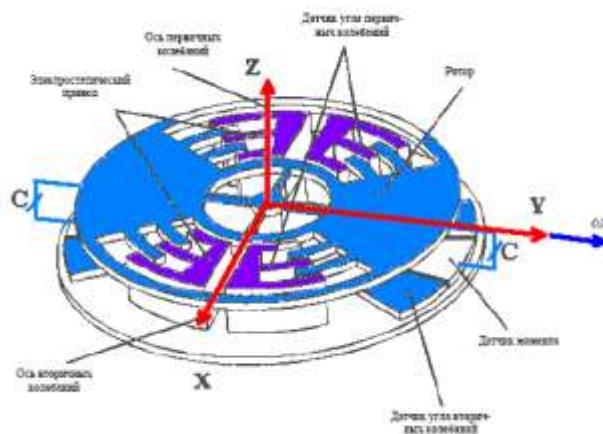
- уравниванием упругих моментов центробежными моментами инерции
- уравниванием упругих моментов моментами сил инерции
- исключением моментов демпфирования

Вопрос 6. Для работы волнового гироскопа в режиме интегрирующего гироскопа необходимо:

Ответы:

- Обеспечить режим позиционного возбуждения
- Обеспечить режим параметрического возбуждения
- Обеспечить режим позиционного возбуждения по компенсационной схеме

Вопрос 7. Для представленной схемы ЧЭ определить назначение электростатического привода.



Выберите один или несколько ответов:

- ☐ Формирует противодействующий момент вокруг оси Z
- ☐ Формирует противодействующий момент вокруг оси X
- ☐ Осуществляет угловые колебания ИМ вокруг оси Z
- ☐ Осуществляет колебание ИМ вокруг оси X
- ☐ Осуществляет колебание ИМ вокруг оси Y
- ☐ Формирует линейные колебания вдоль оси Y

Вопрос 8. Какое положение займет одноосный силовой гиросtabilизатор после снятия момента внешних сил, который был приложен к оси стабилизации?

Выберите один ответ:

- ☐ Для возвращения рамы в исходное положение необходимо включить систему управления.
- ☐ Внутренняя рама останется в положении, которое она занимала до снятия момента внешних сил.
- ☐ Внутренняя рама будет прецессировать вокруг оси прецессии под действием момента разгрузки, до положения при котором главная ось займет перпендикулярное к оси стабилизации положение.

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Гироскопические приборы и системы» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, примеры заданий в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2-5.4, вопросы и примеры заданий в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции ОПК-1, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.4).

Таблицы 5.4 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-2 ИПКС-2.3, ИПКС-2.5					
Знания: принципы построения и способы реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания; в ответах допускает некоторые неточности и ошибки	На достаточно высоком уровне понимает и может принципы построения и способы реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем; в ответах допускает некоторые неточности, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины	Отлично понимает и может объяснять полученные знания в принципы построения и способы реализации чувствительных элементов и отдельных блоков гироскопических приборов и систем, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач в) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ г) Выполнение тестов по отдельным темам д) промежуточная аттестация
Умения: рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков	Не демонстрирует умения рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков	Допускает неточности при обосновании решений, не уверенно демонстрирует умения рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков	Допускает некоторые неточности при обосновании своих решений, но в ходе дискуссии их исправляет, достаточно уверенно демонстрируя умения рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков	Отлично демонстрирует умения рассчитывать характеристики и параметры типовых гироскопических приборов и систем при различных способах реализации ЧЭ и отдельных блоков, грамотно и полно обосновывает свои решения	а) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач б) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ в) Выполнение тестов по отдельным темам г) промежуточная аттестация
Навыки: владеть навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем	Не демонстрирует владение навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем	Допускает некоторые ошибки в решениях, не уверенно демонстрирует владение навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем	Допускает некоторые неточности в решениях, но в ходе дискуссии их исправляет, достаточно уверенно демонстрируя владения навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем	Отлично демонстрирует самостоятельное владение навыками расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем	а) Выполнение практических индивидуальных заданий б) Выполнение лабораторных работ в) Выполнение тестов по отдельным темам г) промежуточная аттестация

ПКС-4 ИПКС-4.1					
Знания: типы, принципы построения и области применения гироскопических приборов и систем	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания; в ответах допускает некоторые неточности и ошибки	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять типы, принципы построения и области применения гироскопических приборов и систем; в ответах допускает некоторые неточности, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой дисциплины	Отлично понимает и может объяснять типы, принципы построения и области применения гироскопических приборов и систем, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях при работе в интерактивном режиме; б) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач в) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ г) Выполнение тестов по отдельным темам д) промежуточная аттестация
Умения: разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем	Не демонстрирует умения разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем	Допускает неточности при обосновании решений, не уверенно демонстрирует умения разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем	Допускает некоторые неточности при обосновании своих решений, но в ходе дискуссии их исправляет, достаточно уверенно демонстрируя умения разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем	Отлично демонстрирует умения разрабатывать функциональные, и структурные схемы гироскопических приборов и систем, грамотно и полно обосновывает свои решения	б) Устный опрос на практических занятиях при защите решений индивидуальных задач в) Защита отчетов о выполнении лабораторных работ г) Выполнение тестов по отдельным темам д) промежуточная аттестация
Навыки: владеть принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем	Не демонстрирует навыки владения принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем	Допускает некоторые ошибки в решениях, не уверенно демонстрирует навыки владения принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем	Допускает некоторые неточности в решениях, но в ходе дискуссии их исправляет, достаточно уверенно демонстрируя навыки владения принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки владения принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем	а) Выполнение практических индивидуальных заданий б) Выполнение лабораторных работ в) Выполнение тестов по отдельным темам г) промежуточная аттестация

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Волков, Н.В. Теория и практика гироскопических устройств [Текст]: учебное пособие / Н.В. Волков. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. – Н.Новгород, 2019. – 150 с.

6.1.2 Серегин, В. В. Прикладная теория и принципы построения гироскопических систем: учебное пособие / В. В. Серегин. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2007. — 78 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67578.html> (дата обращения: 25.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.1.3 Пельпор, Д.С. Гироскопические системы. Теория гироскопов и гироскопических стабилизаторов / Д.С. Пельпор. – М.: Высшая школа, 1986. – 423 с.

6.1.4 Гироскопические системы. Гироскопические приборы и системы / Д.С. Пельпор, И.А. Михалев, В.А. Бауман и др.; Под ред. Д.С. Пельпора. – М.: Высшая школа, 1988. – 424 с.

6.1.5 Пельпор, Д.С. Гироскопические приборы систем ориентации и стабилизации / Д.С. Пельпор, Ю.А. Осокин, Е.Р. Рахтеенко. – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Басараб, М.А. Математическое моделирование физических процессов в гироскопии [Текст]: Монография / М.А. Басараб, В.Ф. Кравченко, В.А. Матвеев. – М.: Радиотехника, 2005. – 176 с.

6.2.2 Коновалов, С.Ф. Гироскопические системы. Проектирование гироскопических систем. Ч. III. Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироскопические интеграторы: учебное пособие / С.Ф. коновалов, Е.А. Никитин, Л.М. Селиванова. Под ред. Д.С. Пельпора. – М.: Высшая школа, 1980. – 128 с.

6.2.3 Гироскопические системы. Элементы гироскопических приборов / Е.А. Никитин, С.А. Шестов, В.А. Матвеев; Под ред. Д.С. Пельпора. – М.: Высшая школа, 1988. – 432 с.

6.2.4 Распопов, В.Я. Микромеханические приборы [Текст]: Учебное пособие / В.Я. Распопов. – Допущено Министерством образования и науки РФ. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.

6.2.5 Вавилов, В.Д. Теоретические основы микросистемных акселерометров и гироскопов [Текст]: Учебное пособие / В.Д. Вавилов. – Н.Новгород: НГТУ, 2011. – 210 с.

6.2.6 Новиков, Л.З. Механика динамически настраиваемых гироскопов / Л.З. Новиков, М.Ю. Шаталов. – М.: Наука, 1985. – 246 с.

6.2.7 Шереметьев, А.Г. Волоконно-оптический гироскоп / А.Г. Шереметьев. – М.: Радио и связь, 1987. – 152 с.

6.2.8 Барыкин, В. В. Лазерный гироскоп : учебно-методическое пособие / В. В. Барыкин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52341> (дата обращения: 29.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2.9 Пельпор, Д.С. Расчет и проектирование гироскопических стабилизаторов / Д.С. Пельпор, Ю.А. Колосов, Е.Р. Рахтеенко. – М.: Машиностроение, 1972. – 216 с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические указания и задания к практическим занятиям по дисциплине «Гироскопические приборы и системы». Рекомендованы заседанием кафедры «Авиационные приборы и устройства» АПИ НГТУ, **протокол № 8 от 28.08.2015 г.** / размещены в СДО MOODLE по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=264>

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

7.1.3 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

7.1.4 Единое окно доступа к образовательным ресурсам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Пакет *Microsoft Office*.

7.2.2 Пакет прикладных программ *MatLab*

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
Кафедра АПУ (ауд.9) – Мультимедийный класс, . Арзамас, ул. Калинина, 19	проектор Beng, компьютеры Pentium 4 - 1 шт., экран Доска магнитно-маркерная, экран, мультимедийный проектор BenQMP622 посадочных мест - 32, шкаф для методической литературы - 3шт.
Кафедра АПУ (лаб.10) – Лаборатория "Гироскопические приборы и системы",	Датчики угловых скоростей ДУС ВЧ, ДУСУ, ДУС М; Стенды конструкций ДУС; Лабораторная установка ДУС, источник

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
Арзамас, ул. Калинина, 19	переменного напряжения 36 В 400 Гц (4 шт.); Источник постоянного напряжения GwInstek SPS-3610 (9 шт.); Генератор электрических сигналов специальной формы Г6-15; Мультиметр М890Г (4 шт.); Мультиметр М832 (3 шт.); лабораторная установка "Авиагоризонт", лабораторная установка "Гиростабилизатор", Преобразователь переменного напряжения 36 В 1000 Гц; свободный гироскоп ГС -90; генератор GFG 8219А, Осциллограф-мультиметр U1604В; Вольтметр В4-1А; персональный компьютер 1шт. подключением к интернету (пакет Microsoft Office/ пакет прикладных программ MatLab,; Макет гироскопа направления ГПК-52; Макет двухосного гиростабилизатора СГИ-54; Макет авиагоризонта ГА; Макет курсоверткали; Макет гироскопа автопилота АП-15; Макет навигационно-пилотажного прибора НПП-МК; Демонстрационные макеты гироскопических процессов; Узлы гироскопических устройств; Волоконно-оптические гироскопы; Элементы лазерного гироскопа; 2 специализированных стола для ремонта и настройки оборудования; стол преподавателя; Доска магнитно-маркерная, посадочных мест -12шт.
Ауд 316 – кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, 19	-26 компьютеров с установленным офисным программным обеспечением (Microsoft Office). 5 Подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ к ресурсам ЭБС и СДО Moodle АПИ НГТУ (см. п. 7.1). Подключены к локальной сети АПИ НГТУ для обмена данными -Мультимедийное оснащение (телевизионный монитор) -Посадочные места для студентов

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины «Гироскопические приборы и системы», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических и лабораторных занятий находятся в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Гироскопические приборы и системы» по адресу <https://sdo.api.nttu.ru/course/view.php?id=264> и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в

группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2 и 5.3.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим, лабораторным занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач и выполнение комплексных практических заданий, а также разбор наиболее проблемных и сложных вопросов и примеров по отдельным темам в аудиторных условиях.

Практические занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков владения принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем, а также расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной и дополнительной литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6. Методические указания для выполнения Контрольной работы

Решение поставленных в контрольной работе задач закрепляет и углубляет теоретические знания в рамках изучаемой дисциплины, развивает навыки владения принципами построения и функционирования гироскопических приборов и систем, а также навыки расчета характеристик и параметров типовых гироскопических приборов и систем.

Объем и содержание контрольной работы определяется индивидуальным заданием, включающим ряд задач по темам дисциплины.

Приступая к выполнению контрольной работы, студент должен ознакомиться с рекомендуемой литературой и методическими указаниями к практическим занятиям (см. п.6).

10.7. Методические указания для выполнения курсовой работы (проекта)

Учебным планом не предусмотрено.

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Глебов В.В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный
год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)