

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.1.05 Инерциальные навигационные системы
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, утверждённым 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 разработки и построения современных инерциальных систем навигации и управления, а также анализа и выбора оптимальных по точности систем. Задачи дисциплины: - изучение возможных схем построения систем инерциальной навигации; - выбор чувствительных элементов системы для выбранного типа подвижного объекта; - анализ алгоритмов работы инерциальной системы с целью выбора оптимальной опорной системы координат, методов интегрирования и приборной компоновки; - анализ решений уравнений ошибок для обоснования средств и методов осуществления автономной коррекции; - разработка требований к характеристикам приборов системы, удовлетворяющих требованиям решения задачи навигации. - выбор способа начальной выставки систем инерциальной навигации.

Краткое содержание дисциплины

Инерциальные навигационные системы (ИНС). Физические основы. Чувствительные элементы инерциальных систем. Акселерометры. Схемы построения инерциальных систем. Уравнения идеальной работы систем инерциальной навигации (СИН), их анализ и свойства. Уравнения ошибок, их анализ. Ориентация объекта. Начальная выставка. Режимы работы систем инерциальной навигации.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	Знать: Знать: и иметь представление о гравитационном поле Земли и учете его при использовании метода инерциальной навигации, знать фигуру и движение Земли в пространстве; метод «счисления пути» как метод навигации, алгоритмы функционирования инерциальных систем, ошибки инерциальных систем и способы их уменьшения, параметры и средства определения ориентации подвижного объекта.
	Уметь: Уметь: выбирать тип и схему построения инерциальной системы навигации в зависимости от типа объекта, требуемой точности и условий движения; выбирать состав приборного оснащения для данной схемы построения инерциальной системы;
	Владеть: Владеть: способами моделирования динамики инерциальных систем и оценки погрешностей их работы с целью выработки требований к характеристикам чувствительных элементов и оценки необходимости применения средств и способов коррекции;

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
В.1.06 Датчики и измерительные преобразователи, ДВ.1.05.01 Бесплатформенные навигационные системы	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.1.06 Датчики и измерительные преобразователи	Знать основы измерения не электрических величин, - чувствительные элементы таких приборов и первичные преобразователи. Уметь определять по паспортным данным область возможного применения приборов в составе различных схем построения систем навигации. Навык определять оптимальные варианты компоновки системы датчиками первичной информации о параметрах движения основания.
ДВ.1.05.01 Бесплатформенные навигационные системы	Знать принципы измерения параметров движения с помощью датчиков различного принципа действия и методики измерения. Уметь выбирать основные характеристики приборов, исходя из предполагаемого закона движения основания в условиях жесткого закрепления на подвижном объекте. Обладать способностью оценивать применение датчиков, построенных на различных физических принципах, к предполагаемым условиям эксплуатации.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		9
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия</i>	96	96
Лекции (Л)	80	80
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	120	120
Изучение темы 1 раздела, -Инерциальные системы. Принципы построения и схемы. Акселерометры. Изучение конструкций, принципа действия и характеристик акселерометров.	10	10
Изучение тем 2 раздела. Теория инерциальных систем. Уравнения	26	26

и их анализ. Ориентация объекта.		
Изучение тем 3 раздела. Уравнения ошибок и их анализ. Повышение точности инерциальных систем.	18	18
К изучению раздела 4 и 5 . Выставка инерциальных систем и комплексирование систем.	10	10
курсовое проектирование	40	40
изучение тем и подготовка отчетов по лабораторным работам	16	16
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Инерциальные системы. Принципы построения и схемы. Акселерометры.	14	12	0	2
2	Теория инерциальных систем. Уравнения и их анализ. Ориентация объекта.	38	30	0	8
3	Уравнения ошибок и их анализ. Повышение точности инерциальных систем.	24	20	0	4
4	Выставка инерциальных систем.	16	14	0	2
5	Коррекция и комплексирование систем инерциальной навигации.	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1, 2, 3	1	Инерциальная навигация. История. Основное уравнение инерциальной навигации. Схемы построения инерциальных систем. Варианты реализации схем инерциальной навигации.	6
4, 5, 6	1	Общие принципы построения систем инерциальной навигации (СИН). Задачи анализа уравнений СИН	6
7, 8, 9	2	Маятник Шулера. Интегральная коррекция. Первая схема моделирования. Вторая схема моделирования. Примеры реализации инерциальной вертикали на различных схемах гиросtabilизированных платформ.	6
10, 11, 12	2	Ориентаторы горизонтальной системы координат: кинематика платформы на 3-х двухстепенных гироскопах и не двух трёхстепенных гироскопах	6
13, 14, 15	2	Кинематика геометрической схемы построения системы. Объекты применения геометрической схемы построения системы.	6
16, 17, 18	2	Теория инерциальных систем. Уравнения идеальной работы, общий случай, произвольное движение.	6
19, 20, 21	2	Различные формы представления уравнений идеальной работы. Задачи упрощения уравнений идеальной работы. Частные случаи представления уравнений идеальной работы. Ориентация объекта	6
22, 23, 24	3	Уравнения ошибок СИН. Основные источники ошибок. Методы получения уравнений ошибок. Особенности выбора базисных уравнений идеальной работы.	6
25, 26, 27	3	Формы и частные случаи уравнений ошибок. Задачи анализа. Требования к точностным характеристикам приборов системы.	6
28, 29, 30	3	Примеры определения погрешностей ИНС, вызванных ошибками инерциальных чувствительных элементов. Ошибки аналитической схемы	6

		построения системы инерциальной навигации.	
31	3	Ошибки полуаналитической схемы построения системы инерциальной навигации.	2
32, 33, 34	4	Начальная выставка инерциальных систем. Способы и приборы выставки. Способы начальной выставки с использованием внешней информации и предварительной привязки. Видео. Выставка согласованием векторов.	6
35, 36, 37	4	Аналитическая выставка платформенных и бесплатформенных систем инерциальной навигации.	6
38	4	Аналоговая выставка.	2
39, 40	5	Комплексирование систем навигации. Астрокоррекция инерциальных систем. Спутниковая коррекция (ГЛОНАСС).	4

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Чувствительные элементы инерциальных систем: гироскопы(ГИ), акселерометры (А). Конструктивные схемы и решения осевых и маятниковых акселерометров прямого преобразования и компенсационных. Подвесы чувствительной массы и основные характеристики... Кинематика акселерометров, конструкции акселерометров ДА-1, ВТ-20, ВТ-36, МП-18, А-10, МП-21,	2
2, 3	2	Малогабаритная инерциальная система МИС-2. Назначение, состав системы, системы координат, гироскоп (кинематика, конструкция, технические характеристики), гироскоп, датчик–акселерометр, элементы и узлы системы, интеграторы, датчики углов, двигатели стабилизации.	4
4, 5	2	Компенсация составляющих угловой скорости вращения Земли. Электрические цепи МИС-2, режимы и подрежимы (обогрев, грубая выставка, работа, горизонтирование, основное гироскопирование, дополнительное гироскопирование, балансировка), условия эксплуатации	4
6, 7	3	Компенсация погрешностей инерциальной системы. Работа системы. Интегральная коррекция.	4
8	4	Система встроенного контроля. Условия эксплуатации системы. Платформа ПГ-17 – инерциальной системы полуаналитического типа. Начальная выставка.	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Изучение темы 1 раздела, -Инерциальные системы. Принципы построения и схемы. Акселерометры. Изучение конструкций, принципа действия и характеристик акселерометров.	Коновалов, С. Ф. Гироскопические системы: Проектирование гироскоп. систем Ч. 3 Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироскопы Учеб. пособие для вузов по спец."Гироскоп. приборы и устройства" Под ред.	10

	Пельпора Д. С. - М.: Высшая школа, 1980. - 128 с. ил.	
Изучение тем 2 раздела. Теория инерциальных систем. Уравнения и их анализ. Ориентация объекта.	1. Помыкаев, И. И. Навигационные приборы и системы [Текст] учеб. пособие И. И. Помыкаев, В. П. Селезнев, Л. А. Дмитроченко ; под ред. И. И. Помыкаева. - М.: Машиностроение, 1983. - 456 с. 2, Коваленко, В. В. Малогабаритная инерциальная система [Текст] учеб. пособие по направлению "Системы упр. движением и навигация" В. В. Коваленко, А. Н. Лысов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 52, [3] с. ил. электрон. версия 3. Щипицын, А. Г. Обработка информации в инерциальных навигационных системах [Текст] Ч. 1. Разд. 1-5 Разд. 1 Разд. 2 Разд. 3 Разд. 4 Разд. 5 ЧГТУ, Каф. Гироскоп. приборы и устройства. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 195,[1] с. ил.	26
Изучение тем 3 раздела. Уравнения ошибок и их анализ. Повышение точности инерциальных систем.	1. Щипицын, А. Г. Обработка информации в инерциальных навигационных системах [Текст] Ч. 1. Разд. 1-5 Разд. 1 Разд. 2 Разд. 3 Разд. 4 Разд. 5 ЧГТУ, Каф. Гироскоп. приборы и устройства. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 195,[1] с. ил. 2. Помыкаев, И. И. Навигационные приборы и системы [Текст] учеб. пособие И. И. Помыкаев, В. П. Селезнев, Л. А. Дмитроченко ; под ред. И. И. Помыкаева. - М.: Машиностроение, 1983. - 456 с.	18
К изучению раздела 4 и 5 . Выставка инерциальных систем и комплексирование систем.	1. Помыкаев, И.И. Навигационные приборы и системы/ И.И. Помыкаев,В.П. Селезнев, Л.А. Дмитроченко, - М.: Машиностроение, 1983 г. . 2. К562. Коваленко, В.В., Лысов А.Н. Малогабаритная инерциальная система: учебное пособие / В.В. Коваленко, А.Н. Лысов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 54 с. , электронная версия.	10
курсовое проектирование	1. Коновалов, С. Ф. Гироскопические системы: Проектирование гироскоп. систем Ч. 3 Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироскопические системы Учеб. пособие для вузов по спец."Гироскоп. приборы и устройства" Под ред. Пельпора Д. С. - М.: Высшая школа, 1980. - 128 с. ил. и 2. Никитин, Е. А. Гироскопические системы: Элементы гироскопических приборов Учебник для приборостроит. спец. вузов Под ред. Д. С.	40

	Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 432 с. ил. 3. Никитин, Е. А. Проектирование дифференцирующих и интегрирующих гироскопов и акселерометров Е. А. Никитин, А. А. Балашова. - М.: Машиностроение, 1969. - 216 с. черт.	
изучение тем и подготовка отчетов по лабораторным работам	1. Коваленко, В. В. Малогабаритная инерциальная система [Текст] учеб. пособие по направлению "Системы упр. движением и навигация" В. В. Коваленко, А. Н. Лысов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 52, [3] с. ил. электрон. версия	16

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий	Лекции	Математические основы инерциальной навигации. Кватернионы, как параметры ориентации. Видеолекция: http://www.youtube.com/watch?v=UcYoC7uQzNA	2

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Компьютерное моделирование динамики канала инерциальной системы полуаналитического типа и анализ результатов	Моделирование канала инерциальной системы в ППП

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: В курсе лекций "инерциальные системы навигации" используются материалы и разработки, алгоритмы и схемы, полученные в результате выполнения НИР с предприятиями: АО НПО Автоматики (г. Екатеринбург) и Миасское НПО Электромеханики, в части открытой для изложения студентам (например, - сегодня уже известная по изданным учебникам, - проблема АНАЛИТИЧЕСКОЙ ВЫСТАВКИ).

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
-----------------------	---------------------------------	--------------------------------	------------

дисциплины			
Все разделы	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	экзамен	Вопросы из билетов по всем разделам
Все разделы	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	курсовой проект - расчеты статических характеристик инерциальных чувствительных элементов	1

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
курсовой проект - расчеты статических характеристик инерциальных чувствительных элементов	Задание на курсовой проект выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает преподавателю пояснительную записку на проверку. Преподаватель проверяет пояснительную записку и чертежи и допускает студента к защите. На защиту студент предоставляет: 1. Техническое задание. 2. Пояснительную записку в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации. 3. Конструкторскую документацию. Защита курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей	Отлично: выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо: выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. При ее защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. Удовлетворительно: выставляется за курсовой проект, который не полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет

		поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. При ее защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно: выставляется за курсовой проект, который не соответствует техническому заданию, пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. При защите работы студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки
письменный экзамен и индивидуальная беседа.	письменный экзамен и индивидуальная беседа	Отлично: выставляется за правильные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Хорошо: выставляется при незначительных неточностях при ответе на все вопросы. Удовлетворительно: выставляется за правильные ответы на половину заданных вопросов. Неудовлетворительно: выставляется за неправильные ответы на большинство вопросов.

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
курсовой проект - расчеты статических характеристик инерциальных чувствительных элементов	Temy kursovyh proektov.doc
письменный экзамен и индивидуальная беседа.	1 раздел: 1.Что означает термин "навигация"? 2.Какими параметрами описывают движение центра масс объекта? 3.Какими параметрами описывают угловое положение и движение объекта вокруг центра масс? 4.Метод счисления пути, его развитие? 5. Основные требования к системам навигации? 6..Какое условие невозмущаемости должно быть выполнено для возможности создания инерциальной системы? 7. Что измеряет акселерометр? 8. Типы акселерометров по принципу измерения? 9. Чем может быть обусловлена девиация выходной характеристики акселерометра?

	10 . Что такое – порог чувствительности? 2 раздел: 1. Уравнение показаний пространственного ньютонометра? 2. Исходные выражения и законы, используемые для вывода уравнений идеальной работы первой группы? 3. Какие из групп параметров ориентации оптимальны для навигации и управления движением самолёта, ракеты, корабля, спутника? 4. Каковы возможности упрощения системы уравнений идеальной работы? 5. Чем определяются частные случаи уравнений идеальной работы, а чем их различные формы? 6. Следует ли (и в какой форме,- если – да) учитывать вращение Земли при использовании полуаналитической схемы построения СИН? Чем обусловлены перекрёстные связи каналов полуаналитической схемы, определяющей координаты в горизонтальной географической системе координат? 7..По какому параметру осуществляется управление акселерометрами при использовании полуаналитической, геометрической схемы? 8. Достоинства и недостатки различных схем построения систем инерциальной навигации (полуаналитической, геометрической, аналитической)? 9. В чём заключается принципиальная возможность построения БИС на акселерометрах (без гироскопов)? Раздел 3 1.Какие существуют способы получения уравнений ошибок? 2.На какие группы распадаются уравнения ошибок при допущении о сферичности поля тяготения Земли? 3.Какие особенности должны быть учтены при выводе частных случаев уравнений ошибок для данной формы уравнений идеальной работы? 4. Каковы типичные зависимости изменения ошибок определения навигационных параметров в системах инерциальной навигации? 5 раздел: 1. Как выглядит цепь приведения платформы в горизонт? 2. Режим гирокомпасирования, его основные моменты? 3.Алгоритмы аналитической выставки? 4. Область применения аналитической и аналоговой выставки? 5. Приборы и устройства выставки наземными средствами?
--	--

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Коновалов, С. Ф. Гироскопические системы: Проектирование гироскоп. систем Ч. 3 Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гироинтеграторы Учеб. пособие для вузов по спец."Гироскоп. приборы и устройства" Под ред. Пельпора Д. С. - М.: Высшая

школа, 1980. - 128 с. ил.

2. Помыкаев, И. И. Навигационные приборы и системы [Текст] учеб. пособие И. И. Помыкаев, В. П. Селезнев, Л. А. Дмитроченко ; под ред. И. И. Помыкаева. - М.: Машиностроение, 1983. - 456 с.

б) дополнительная литература:

1. Гирскопические системы Ч. 2 Гирскопические приборы и системы/ Д. С. Пельпор, С. Ф. Коновалов, В. А. Матвеев и др. Учеб. для вузов по спец. "Гирскоп. приборы и системы" В 3 ч. Под ред. Д. С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 424 с. ил.

2. Щипицын, А. Г. Обработка информации в инерциальных навигационных системах [Текст] Ч. 1. Разд. 1-5 Разд. 1 Разд. 2 Разд. 3 Разд. 4 Разд. 5 ЧГТУ, Каф. Гирскоп. приборы и устройства. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 195,[1] с. ил.

3. Щипицын, А. Г. Математическое и алгоритмическое обеспечение процедуры калибровки инерциальных навигационных систем [Текст] учеб. пособие А. Г. Щипицын ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 162, [1] с. ил.

4. Пельпор, Д. С. Гирскопические системы Ч. 1 Теория гироскопов и гиростабилизаторов Учеб. для вузов по спец. "Гирскоп. приборы и устройства": В 3 ч. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 423 с. ил.

5. Никитин, Е. А. Гирскопические системы: Элементы гирскопических приборов Учебник для приборостроит. спец. вузов Под ред. Д. С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 432 с. ил.

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

1. журнал «Гироскопия и навигация», АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР», С-Пб. 2010 -2017гг.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. К562. Коваленко, В.В., Лысов А.Н. Малогабаритная инерциальная система: учебное пособие / В.В. Коваленко, А.Н. Лысов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 54 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. К562. Коваленко, В.В., Лысов А.Н. Малогабаритная инерциальная система: учебное пособие / В.В. Коваленко, А.Н. Лысов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 54 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный до-
---	----------------	-------------------------	--	---

				ступ)
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	К562, Малогабаритная инерциальная система: учебное пособие / В.В. Коваленко, А.Н. Лысов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 54 с.	Учебно-методические материалы кафедры	ЛокальнаяСеть / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. 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
Лекции	529 (36)	Компьютер и проектор для демонстрации видеофайлов, клипов и фильмов по дисциплине. Планшеты кинематики, конструкции и схема цепей инерциальной системы МИС-2 Компьютерные программы: пакеты "Виссим", «Маткад», позволяющие моделировать и демонстрировать как работу инерциальных чувствительных элементов, так и каналов инерциальных систем.
Лабораторные занятия	529 (36)	Малогабаритная инерциальная система МИС-2 (в комплекте, позволяющая в работе демонстрировать основные режимы и подрежимы функционирования инерциальных систем), отдельные блоки платформы, гироскопов, акселерометров и элементов конструкции системы. Оборудование и приборы, используемые для проведения лабораторных работ: а) акселерометры различных типов (МП-21Т, МП-18, ДА-1, ДА-6, ВТ-43, ВТ-36, ВТ-20, и т.д.) в достаточном количестве, и навигационные акселерометры систем навигации и управления; б) малогабаритная инерциальная система МИС-2 (в комплекте, позволяющая в работе демонстрировать основные режимы и подрежимы функционирования инерциальных систем), отдельные блоки платформы, гироскопов, акселерометров и элементов конструкции системы; в) платформа ПГ-17 – (на ДНГ гироскопах); г)стандартные установки, измерительная аппаратура, источники питания, генераторы, а также поворотные установки, позволяющие исследовать характеристики гироскопов и акселерометров в широком диапазоне угловых скоростей и линейных ускорений, Оборудование и приборы: Центрифуга "G1 696" фирмы "Grfseby instr. L-td", испытуемый прибор "ДУС-Б-2Б", электродинамический вибростенд, климатические камеры тепла и холода "UL-1/77"? "GRONLAND" фирмы "VEB MONSATOR", для измерения погрешностей инерциальных приборов в условиях влияющих факторов. Измерение 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", контроллер и программа "ZETLAB ", - для измерения динамических параметров инерциальных приборов, "ноутбук" для регистрации переходных процессов, соединительные кабели, поворотная установка переориентации прибора в поле тяготения Земли (КИА-169), Примечание : все перечисленные выше приборы и системы имеются как в рабочем состоянии, так и в разобранном на отдельные блоки, узлы, детали, в виде для возможно более успешного изучения устройств.
--	---