

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 01.06.01 Математика и механика

Направленность (специальность) 01.02.01 Теоретическая механика

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Теория инерциальных навигационных систем»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.1

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе

6 часов – контактная работа,

84 часов – самостоятельная работа,

18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 866, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников паспорта научной специальности 01.02.01 Теоретическая механика, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является освоение методов решения задач навигации, ориентации и управления движением с использованием измерений датчиков инерциальной и внешней информации, математических моделей движения твердого тела, чувствительных элементов датчиков систем ориентации и навигации.

Задачами дисциплины являются

- ознакомление с методами инерциальной навигации, построения математических моделей движения чувствительных элементов датчиков, твердого тела;
- изучение методов исследования движения механических систем;
- изучение методов повышения точности и эффективности функционирования новых типов технических, мехатронных систем.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- участие в организации научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и дополнительного профессионального образования под руководством специалиста более высокой квалификации (ПК-2);
- готовить предложения к портфелю проектов по направлению деятельности и заявки на участие в конкурсах на финансирование научной деятельности (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- основы механики, математического анализа (ПК-2);
- принципы построения математических моделей механических систем (ПК-2);
- методы исследования движения механических систем (ПК-4);

уметь:

- применять математические методы в ходе решения практических задач (ПК-2);
- пользоваться современным математическим обеспечением для инженерных расчётов (ПК-4);

владеть:

- понятиями и основными алгоритмами математического анализа и математической логики (ПК-2);
- современными информационными технологиями и навыками использования компьютера как средства работы с информацией (ПК-2);

- практическими навыками программирования на языке высокого уровня (ПК-2);
- навыками построения и исследования математических и механических моделей технических систем (ПК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Краткий исторический обзор развития инерциальной и спутниковой навигации. Перспективы развития инерциальных навигационных систем. Метод инерциальной навигации. Инерциальное пространство и координаты. Объект и уравнения его движения. Приборный трехгранник. Автономная система инерциальной навигации. Навигационная модель формы Земли, поля тяготения. Географические координаты. (15 часов).
2. Общие структуры модельных уравнений инерциальной навигационной системы (ИНС). Основные чувствительные элементы ИНС. Акселерометры, датчики угловой скорости. Типовые модели инструментальных погрешностей. Модельные уравнения инерциальных навигационных систем. Модельные уравнения платформенных горизонтируемых ИНС с абсолютной или относительно свободной ориентацией в азимуте. Модельные уравнения бесплатформенной ИНС (БИНС). (13 часов).
3. Уравнения ошибок инерциальной навигации. Идеальный, приборный и модельный трехгранники. Векторы малого поворота. Динамические и кинематические ошибки ИНС и их свойства. Ошибки определения географической широты, долготы, азимутального угла, скоростные ошибки. Уравнения для угловых ошибок построения приборной вертикали. Шулеровские колебания. (15 часов).
4. Задача коррекции в инерциальной навигации. Схемы решения задачи коррекции. Задача коррекции как линейная задача оценивания вектора ошибок ИНС при помощи дополнительной измерительной информации. Задача коррекции как задача управления. Задача коррекции как комбинированная задача оценивания и управления. Информационная эквивалентность схем коррекции. Примеры задач коррекции ИНС. Задача выставки ИНС на неподвижном основании как задача определения взаимной ориентации двух трехгранников. (13 часов).
5. Задача коррекции ИНС в задаче авиационной гравиметрии. Основные приборные блоки авиационной гравиметрической системы и их характеристики. Гравиметры: маятниковые, струнные. Дифференциальная спутниковая навигационная система. Инерциальная навигационная система с горизонтируемой гироплатформой. Гравитационные аномалии, уклонения вертикали. Постановка задачи векторной гравиметрии на подвижном основании. Основное гравиметрическое уравнение. Постановка задачи авиационной гравиметрии в приборных осях ИНС. Параметризация модели задачи авиационной гравиметрии по результатам решения задачи коррекции. (15 часов).
6. Задачи интеграции ИНС/СНС при помощи вторичной спутниковой информации. Модели задач коррекции ИНС. Задачи интеграции ИНС/СНС при помощи первичной спутниковой информации. Стандартный и дифференциальный режим, кодовые, доплеровские, фазовые измерения. Модели коррекционных задач. (13 часов).

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:
7 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Метод инерциальной навигации. Инерциальное пространство и координаты. Объект и уравнения его движения. Приборный трехгранник.
2. Общие структуры модельных уравнений инерциальной навигационной системы (ИНС). Основные чувствительные элементы ИНС. Акселерометры, датчики угловой скорости.
3. Типовые модели инструментальных погрешностей. Модельные уравнения инерциальных навигационных систем.
4. Модельные уравнения платформенных горизонтируемых ИНС с абсолютной или относительно свободной ориентацией в азимуте. Модельные уравнения бесплатформенной ИНС (БИНС).
5. Уравнения ошибок инерциальной навигации. Идеальный, приборный и модельный трехгранники.
6. Векторы малого поворота. Динамические и кинематические ошибки ИНС и их свойства. Ошибки определения географической широты, долготы, азимутального угла, скоростные ошибки.
7. Уравнения для угловых ошибок построения приборной вертикали. Шулеровские колебания.
8. Задача коррекции в инерциальной навигации. Схемы решения задачи коррекции.
9. Задача выставки ИНС на неподвижном основании как задача определения взаимной ориентации двух трехгранников.
10. Инерциальная навигационная система с горизонтируемой гиropлатформой. Гравитационные аномалии, уклонения вертикали.
11. Задачи интеграции ИНС/СНС при помощи вторичной спутниковой информации. Модели задач коррекции ИНС.
12. Задачи интеграции ИНС/СНС при помощи первичной спутниковой информации.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Алешин В.С., Веремеенко К.К., Черноморский А.И. Ориентация и навигация подвижных объектов. -М.: Физматлит, 2006. 402 с.
2. Басараб М.А., Кравченко В.Ф., Матвеев В.А. Методы моделирования и цифровая обработка сигналов в гироскопии. М.:Физматлит, 2008. – 248 с.
3. Басараб М.А., Кравченко В.Ф., Матвеев В.А. Математическое моделирование физических процессов в гироскопии. – М.: Радиотехника, 2005.
4. Голован А.А., Парусников Н.А. Математические основы навигационных систем. Ч.1 Математические модели инерциальной навигации: Изд-во МГУ. 2007. 110 с.
5. Деревянкин А.В., Матасов А.И. Методика калибровки блока акселерометров при грубой информации о его угловом положении. -М.: Изд. МГУ, 2006. - 69с.
6. Меркурьев И.В., Подалков В.В. Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов // М. Физматлит, 2009. 228 с.
7. Егоров А.И. Основы теории управления. М.: Физматлит. 2007.

8. Ким Д.П., Дмитриева Н.Д. Сб. задач по теории автоматического управления. Том 1. Линейные системы. М.: Физматлит. 2007.
 9. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит. 2007.
- Дополнительная литература:
10. Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С., Парусников Н.А., Тихомиров В.М. Оптимизация динамики управляемых систем. М.: Изд-во МГУ, 2000. 304 с.
 11. Андреев В.Д. Теория инерциальной навигации. (Автономные системы). М.: Наука, 1966,-580с.
 12. Анучин О.Н., Емельянцеv Г.И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов / Под общ. ред. В.Г. Пешехонова. - СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 1999. - 357 с.
 13. Анучин О.Н., Комарова И.Э., Порфирьев Л.Ф. Бортовые системы навигации и ориентации искусственных спутников Земли - СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», 2004. - 326 с.