

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН)

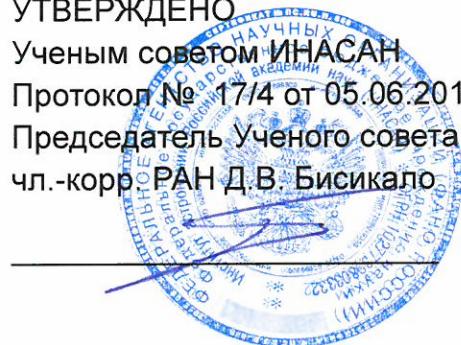
УТВЕРЖДЕНО

Ученым советом ИНАСАН

Протокол № 17/4 от 05.06.2017г.

Председатель Ученого совета

чл.-корр. РАН Д. В. Бисикало



Программа кандидатского экзамена по специальности

01.03.01 Астрометрия и небесная механика

Подготовка кадров высшей квалификации
по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия

Москва
2017

Введение

В основу данной программы положены следующие дисциплины: астрометрия, небесная механика и основы гравиметрии. Программа разработана комиссией по модификации образовательной программы ИНАСАН на основе типовой программы-минимум, утвержденной приказом Минобрнауки России от 08 октября 2007 г. № 274.

1. Системы координат

- 1.1. Системы астрономических постоянных. Методы определения основных астрономических постоянных. Теоретические связи между постоянными.
- 1.2. Геометрический, кинематический и динамический методы построения системы отсчета.
- 1.3. Основные системы небесных координат.
- 1.4. Явления прецессии, нутации, aberrации и рефракции.
- 1.5. Измерение времени, шкала атомного времени IAT. Классические шкалы времени UT0, UT1, UT2, ET.
- 1.6. Релятивистские шкалы времени TDT и TDB, TT, TCG, TCB.
- 1.7. Современные методы наблюдений в астрометрии.
- 1.8. Методы абсолютных и относительных определений координат.
- 1.9. Звездные каталоги и их систематические ошибки. Вывод фундаментальной системы звездных положений и собственных движений. Ориентировка системы координат. Относительные и сводные каталоги. Важнейшие фундаментальные каталоги.
- 1.10. Исторические каталоги. Карта неба, каталоги Астрономического общества (AGK), каталог PPM.
- 1.11. Небесная опорная система координат (ICRS) и земная опорная система координат (ITRF).
- 1.12. Методы позиционных измерений небесных объектов с помощью космических аппаратов. Проекты Hipparcos и GAIA.
- 1.13. Радиоастрономические методы определения координат объектов.
- 1.14. Методы согласования оптических и радиосистем координат.
- 1.15. Определение собственных движений и параллаксов звезд. Использование галактик для вывода ошибок системы собственных движений звезд.

2. Вращение Земли и ее ориентация в пространстве

- 2.1. Уравнения Эйлера, Пуассона, Лиувилля.
- 2.2. Инструменты для изучения вращения Земли: РСДБ, лазерный дальномер, системы GPS и «Глонасс».

2.3. Интерпретация движения полюсов и неравномерности вращения Земли. Короткопериодические, сезонные, вековые вариации вращения Земли. Чандлеровское движение полюса.

2.4. Международная служба вращения Земли и ее организация. Стандарты МСВЗ (IERS).

3. Небесная механика

3.1. Невозмущенное движение. Уравнения движения в задаче двух тел и их решение. Решение уравнений Кеплера.

3.2. Уравнения движения N тел и их первые интегралы. Уравнения движения в координатах Якоби.

3.3. Уравнения движения Эйлера и Лагранжа в оскулирующих элементах. Теория возмущенного движения. Малые параметры в теории движения планет и спутников. Промежуточные орбиты. Разложение пертурбационной функции.

3.4. Основы теории гравитационного потенциала. Представление потенциала в виде разложения по сферическим функциям. Сходимость разложения. Гравитационный потенциал Земли, Луны, планет.

3.5. Формальное интегрирование уравнений движения в элементах промежуточной орбиты методом малого параметра.

3.6. Теоремы Пуанкаре о ранге и классе возмущений. Сходимость в методе малого параметра.

3.7. Формальное интегрирование методом осреднения. Асимптотический характер метода осреднения.

3.8. Канонические преобразования. Метод Гамильтона–Якоби.

3.9. Метод преобразований Ли в теории возмущений. Теория вековых возмущений.

3.10. Уравнения поступательно-вращательного движения небесных тел. Стационарные решения этих уравнений.

3.11. Интегрирование уравнений обобщенной задачи двух неподвижных центров. Характер движения. Формулы промежуточной орбиты. Возмущения на основе промежуточной орбиты обобщенной задачи двух неподвижных центров.

3.12. Задача Хилла и ее использование в теории движения.

3.13. Ограниченнная задача трех тел. Интеграл Якоби. Топология поверхностей Хилла. Семейства периодических решений вблизи точек либрации.

3.14. Переменные «действие – угол». Интегрируемые системы. Теорема Лиувилля. Теоремы Брунса и Пуанкаре об интегрируемости задачи нескольких тел.

3.15. Периодические орбиты. Методы Ляпунова и Пуанкаре. Функция последования.

3.16. Условно-периодические функции. Среднее значение. Инвариантные торы. Основные идеи метода Колмогорова–Арнольда–Мозера.

3.17. Основы первого и второго методов Ляпунова определения устойчивости движения. Орбитальная устойчивость. Устойчивость по Лагранжу. Устойчивость по Пуассону.

4. Движение спутников планет и искусственных спутников Земли

- 4.1. Возмущенное движение спутников. Промежуточная орбита. Возмущающие факторы в движении естественных и искусственных спутников планет.
- 4.2. Разложение возмущающей функции, обусловленной нецентральностью гравитационного поля планеты. Возмущения от зональных гармоник. Возмущения от тессеральных и секториальных гармоник. Возмущающая функция от притяжения внешнего тела. Лунно-солнечные возмущения ИСЗ.
- 4.3. Возмущения, вызываемые сопротивлением атмосферы планеты. Возмущения от светового давления и приливов в теле упругой планеты.
- 4.4. Проблема космического мусора.

5. Определение орбит по результатам измерений

- 5.1. Постановка задачи определения орбит. Методы определения элементов орбит небесных тел.
- 5.2. Методы математической обработки измерений параметров движения небесных тел.

Литература

Основная литература

1. Жаров В.Е. Сфéricaальная астрономия. Фрязино, 2006.
2. Подобед В.В., Несторов В.В. Общая астрометрия. М.: Наука, 1982.
3. Абалакин В.К. Основы эфемеридной астрономии. М.: Наука, 1979.
4. Ковалевский Ж. Современная астрометрия. Фрязино: «Век 2», 2004.
5. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. М.: Физматгиз, 1962.
6. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. М.: Наука, 1964.
7. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию. М.: Наука 1968.
8. Аксенов Е.П. Теория движения искусственных спутников Земли. М.: Наука, 1977.
9. Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. М.: Наука, 1965.
10. Губанов В.С. Обобщенный метод наименьших квадратов. СПб.: Наука, 1997.
11. Емельянов Н.В. Методы составления алгоритмов и программ в задачах небесной механики. М.: Наука, 1983.
12. Мюррей К., Дермотт С. Динамика Солнечной системы, Физматлит, 2010.
13. Грушинский Н.П. Теория фигуры Земли. Изд-во «Наука», 1976.

Дополнительная литература

1. Мориц Г., Мюллер А. Вращение Земли: Теория и наблюдения. Киев: Наукова думка, 1992.

2. Губанов В.С., Финкельштейн А.М., Фридман П.А. Введение в астрометрию. М.: Наука, 1983.
3. Кинг-Хили Д. Теория орбит искусственных спутников в атмосфере. М.: Мир, 1966.
4. Уокер Г. Астрономические наблюдения. М.: Мир, 1990.
5. Холшевников К.В. Асимптотические методы небесной механики. Л.: Изд-во ЛГУ, 1985.
6. Антонов В.А., Тимошкова Е.И., Холшевников К.В. Введение в теорию ньютоновского потенциала. М.: Наука, 1988.
7. Морбиделли А. Современная небесная механика. Аспекты динамики Солнечной системы. Институт компьютерных исследований, 2014.
8. Авдюшев В.А. Численное моделирование орбит. Томск: Изд-во НТЛ, 2010.
9. Шимбирев Б.П. Теория фигуры Земли. М.: Недра, 1975.

Составители:

к.ф.-м.н. С.И. Барабанов
к.ф.-м.н. С.В. Верещагин
д.ф.-м.н. Д.З. Вибе
к.ф.-м.н. А.П. Карташова
к.ф.-м.н. А.А. Клюиков
к.ф.-м.н. Д.А. Ковалева
д.ф.-м.н. О.Ю. Малков
д.ф.-м.н. Л.И. Машонкина
д.ф.-м.н. Л.В. Рыхлова
к.ф.-м.н. Н.В. Чупина