

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности

  
Д.А. Таюрский  
« 15 » июля 2017г.  


**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

для поступающих на программы подготовки научно-педагогических  
кадров в аспирантуре

**Направление 03.06.01 – Физика и астрономия**

*Направленность (профиль): 01.03.01 – Астрометрия и небесная механика*

Казань 2017

1. *Вопросы программы вступительного экзамена в аспирантуру по специальности*

**(01.03.01) Астрометрия и небесная механика**  
(шифр) (наименование)

**1. Системы координат**

1.1. Понятие системы координат и реализации системы координат в форме координатной основы. Небесные и земные системы координат и их реализация.

1.2. Явления прецессии, нутации, абберации и рефракции. Приведение на видимое место.

1.3. Методы определения основных астрометрических постоянных. Теоретические связи между постоянными. Системы астрономо-геодезических постоянных 1896, 1964, 1976/80 гг. Системы геодезических параметров Земли.

1.4. Измерение времени: шкала атомного времени IAT. Классические шкалы времени UTO, UT1, UT2, ET.

**2. Наземная оптическая астрометрия**

2.1. Меридианная астрометрия. Теория и устройство основных меридианных инструментов. Методы абсолютных и относительных определений координат.

2.2. Звездные каталоги и их систематические ошибки. Вывод фундаментальной системы звездных положений и собственных движений. Относительные и сводные каталоги. Важнейшие фундаментальные каталоги.

2.3. Фотографическая астрометрия. Астрографы и приборы для измерения астронегативов. Измеренные и стандартные координаты. Методы Тернера и Шлезингера. Фотографические определения координат Луны, планет и ИСЗ.

2.4. Определение собственных движений и параллаксов звезд.

2.5. Фотографические каталоги. Карта неба, каталоги Астрономического общества (AGK), каталог PPM.

2.6. Использование ПЗС в астрометрии и космической геодезии.

2.7. Техника лазерной локации ИСЗ и Луны.

**3. Космическая астрометрия**

3.1. Методы позиционных измерений небесных объектов с помощью космических аппаратов. Проект Hipparcos.

3.2. Интерферометрические методы в астрометрии. Наземные и космические интерферометры.

3.3. Спутниковые навигационные системы. Орбитальные и наземные технические средства позиционирования потребителя.

#### **4. Радиоастрометрия**

4.1. Радиointерферометры со сверхдлинной базой (РСДБ), устройство, принцип измерений.

4.2. Радиоастрономические методы определения координат объектов, неравномерности вращения Земли, движения полюсов и расстояний на поверхности Земли.

4.3. Небесная опорная система координат (ICRF) и земная опорная система координат (ITRF).

4.4. Радиолокационные и радиointерферометрические методы наблюдений тел Солнечной системы.

#### **5. Вращение Земли и ее ориентация в пространстве**

5.1. Уравнения Эйлера, Пуассона, Лиувилля

5.2. Неравномерность вращения Земли вокруг оси. Движение полюсов.

5.3. Инструменты для изучения вращения Земли: пассажный инструмент, зенит-телескоп, призенная астролябия, фотографическая зенитная труба, РСДБ, лазерный дальномер, глобальные навигационные спутниковые системы.

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

5.5. Международная Служба Вращения Земли (IERS), ее организации и задачи. Стандарты МСВЗ (IERS).

#### **6. Аналитические методы небесной механики**

6.1. Невозмущенное движение. Уравнения движения в задаче двух тел и их решение. Возмущенное движение. Уравнения движения  $n$  тел и их первые интегралы.

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

6.3. Формальное интегрирование уравнений движения в элементах промежуточной орбиты методом малого параметра Ляпунова - Пуанкаре. Малые знаменатели. Резонанс.

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

6.5. Канонические преобразования. Метод Гамильтона-Якоби.

6.6. Уравнения поступательно-вращательного движения небесных тел.

## **7. Основы гравиметрии**

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

7.2. Основы теории фигуры Земли. Методы определения параметров гравитационного поля и фигуры небесных тел.

## **8. Движение спутников планет и искусственных спутников Земли**

8.1. Возмущенное движение спутников. Возмущающие факторы в движении естественных спутников планет. Возмущающие факторы в движении искусственных спутников Земли.

8.2. Разложение возмущающей функции, обусловленной нецентральностью гравитационного поля планеты. Возмущения от зональных гармоник. Возмущения от тессеральных и секториальных гармоник. Лунно-солнечные возмущения ИСЗ.

8.3. Интегрирование уравнений обобщенной задачи двух неподвижных центров.

8.4. Возмущения, вызываемые сопротивлением атмосферы планеты. Возмущения от светового давления и приливов в теле упругой планеты.

## **10. Определение орбит по результатам измерений**

10.1. Постановка задачи определения орбит. Определение орбиты по двум положениям. Основы методов Лапласа и Гаусса определения орбиты по трем угловым наблюдениям.

10.2. Метод дифференциального уточнения параметров движения небесных тел из наблюдений. Метод наименьших квадратов при известной ковариационной матрице наблюдений. Метод наименьших модулей.

10.3. Уравнивание спутниковых наблюдений.

## **11. Звездная динамика**

11.1. Структура Галактики. Подсистемы Галактики.

11.2. Кинематика Галактики. Характеристики вращения и распределений остаточных скоростей.

11.3. Модели Галактики и орбиты звезд в них.

11.4. Фигуры равновесия небесных тел.

2. *Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в аспирантуру по специальности*

**(01.03.01) Астрометрия и небесная механика**

(шифр)

(наименование)

*Основная литература*

1. Л.В. Огородова Основы теории потенциала. Гравитационное поле Земли, Луны и планет. М.: Изд-во МИИГАиК, 2013, 108 с.
2. Ж. Ковалевский Современная астрометрия, пер. с англ. Под. ред. В.Е.Жарова, Фрязино, 2004, 478 стр.
3. Н.Г.Ризванов, И.Ф.Бикмаев, Ю.А.Нефедьев “Основные концепции ПЗС и фотографической астрометрии”, Казань, изд-во КГУ, 2005
4. Подобед В.В., Нестеров В.В. Общая астрометрия. М.: Наука, 1982.
5. Абалакин В.К. Основы эфемеридной астрономии. М.: Наука, 1979.
6. Аксенов Е.П. Теория движения искусственных спутников Земли. М.: Наука, 1977.
7. Гребенников Е.А., Рябов Ю.А. Новые качественные методы в небесной механике. М.: Наука, 1971.

*Дополнительная литература*

1. Б.Гофман-Велленгоф, Г.Мориц Физическая геодезия. М.: Изд-во МИИГАиК, 2007, - 426 с.
2. Антонович К.М. Использование спутниковых навигационных систем в геодезии. Т.1. М.: 2005.
3. Киселев А.А. Теоретические основы фотографической астрометрии. М.: 1989.
4. Бахшиян Б.Ц., Назиров Р.Р., Эльясберг П.Е. Определение и коррекция движения: гарантирующий подход. М.: Наука, 1980.
5. Губанов В.С. Обобщенный метод наименьших квадратов. СПб.: Наука, 1997.
6. Емельянов Н.В. Методы составления алгоритмов и программ в задачах небесной механики. М.: Наука, 1983.
7. Холшевников. К.В. Асимптотические методы небесной механики. Л.: Изд-во ЛГУ, 1985.
8. Антонов В.А., Тимошкова Е.И., Холшевников К.В. Введение в теорию ньютоновского потенциала. М.: Наука, 1988.