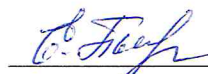


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Томский государственный педагогический университет»  
(ТГПУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан физико-математического  
факультета



Е.Г. Пьяных, к.и.н, доцент

«26» мая 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование

Направленности (профили) : Математика и Физика

Форма обучения: очная

**1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**  
Курс «Небесная механика» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование. Курс «Небесная механика» читается в 9 семестре.

Для освоения дисциплины «Небесная механика» обучающиеся используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения курсов «Общая физика», «Теоретическая физика», «Физика атомного ядра» и «Физика высоких энергий», «Астрономия».

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП**

Выпускник должен владеть следующими компетенциями:

- ПК-15 готовностью использовать теоретические и практические знания в области науки и образования по направленности (профилю) образовательной программы;
- ПК-16 способностью решать исследовательские задачи в области науки и образования по направленности (профилю) образовательной программы.

В результате изучения курса обучающийся должен:

*знать* содержание фундаментальных принципов, приближенных методов и основных моделей небесной механики;

*уметь* формулировать определения основных понятий предмета, уметь объяснять содержание фундаментальных принципов и законов, рассматриваемых в небесной механике, хорошо понимать роль астрономических наблюдений в формировании научных знаний; а также уметь самостоятельно проводить определенные вычисления, необходимые при решении конкретных задач небесной механики;

*обладать навыками* использования общетеоретических физико-математических знания для решения частных задач небесной механики.

**3. Содержание учебной дисциплины (модуля)**

**1. Введение. Задача двух тел** Историческое введение. Постановка основной задачи небесной механики. Полное решение задачи Кеплера. Введение аномалий. Уравнение Кеплера. Столкновения и регуляризация.

**2. Задача n тел.** Уравнения движения в инерциальной системе координат. Десять классических интегралов движения. Теорема Брунса. Дифференциальные уравнения относительного движения. Координаты Якоби. Частные решения задачи n тел.

**3. Ограниченная задача трех тел.** Уравнения движения. Интеграл Якоби. Относительные равновесия и области Хилла. Точки либрации. Устойчивость точек либрации. Орбиты пробных частиц и кривые нулевой скорости. Регуляризация ограниченной задачи.

**4. Модификации ограниченной задачи.** Трехмерная круговая ограниченная задача в канонических переменных. Ограниченная задача в расширенном фазовом пространстве. Эллиптическая ограниченная задача. Задача Хилла. Вариационная орбита. Ограниченные задачи в постановке Эйлера и Лагранжа.

**5. Проблема интегрируемости уравнений небесной механики.** Понятие о теории возмущений. Каноническая теория возмущений. Переменные действие-угол. Ряды возмущений для уравнений Гамильтона-Якоби. Многомерные задачи и проблема малых знаменателей. Теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера.

**6. Аналитические методы небесной механики.** Теории движения Луны Делоне и Хилла-Брауна. Методы и схемы усреднения уравнений небесной механики. Эволюционные уравнения движения. Исследование орбитальной эволюции тел Солнечной системы. Резонансы в Солнечной системе.

7. Релятивистская небесная механика. Движение пробной частицы в поле Шварцшильда. Решение в оскулирующих элементах. Релятивистские эффекты в поступательном и вращательном движении небесных тел. Экспериментальная проверка небесномеханических эффектов общей теории относительности

4. Трудоемкость дисциплины (модуля) по видам учебных занятий, самостоятельной работы обучающихся и формам контроля

4.1. Очная форма обучения  
Объем в зачетных единицах 3

4.1.1. Виды учебных занятий, самостоятельная работа обучающихся, формы контроля (в академических часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам (в академических часах)
		9 семестр
Лекции	20	20
Лабораторные работы	40	40
Практические занятия/ Семинары		
Самостоятельная работа	21	21
Курсовая работа		
Другие виды занятий		
Формы текущего контроля		Собеседование, тест
Формы промежуточной аттестации	27	экзамен
Итого часов	108	

4.1.2. Содержание учебной дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Всего часов	Аудиторные занятия (в часах)			Самостоятельная работа (в часах)
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные занятия	
1	Введение. Задача двух тел	13	4		6	3
2	Задача n тел	13	4		6	3
3	Ограниченная задача трех тел	11	2		6	3
4	Модификации ограниченной задачи	9	2		4	3
5	Проблема интегрируемости уравнений небесной механики	9	2		4	3
6	Аналитические методы небесной механики	13	4		6	3
7	Релятивистская небесная механика	13	2		8	3

Итого:	81	20	40	21
--------	----	----	----	----

#### 4.1.3 Лабораторный практикум.

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Задача двух тел	1. Планетные законы Кеплера 2. Конфигурации планет. 3. Обобщенные законы Кеплера. 4. Задача двух тел и движение космических аппаратов.
2	Ограниченная задача трех тел	1. Уравнения ограниченной задачи трех тел 2. Определение начальных условий для различных координатных систем с помощью эфемеридных служб NASA и Бюро долгот (Франция)
3	Проблема интегрируемости уравнений небесной механики	1. Простейшие интегрируемые системы, классификация 2. Интегрирование уравнений движения методом Гамильтона-Якоби. 3. Численное интегрирование с помощью программы MAXIMA
4	Аналитические методы небесной механики	1. Методы усреднения. 2. Использование программы MAXIMA в методах усреднения

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

##### 5.1. Основная учебная литература

1. Кононович, Э. В. Общий курс астрономии: учебное пособие для вузов /Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В. В. Иванова.-М.:УРСС, 2011.-542 с.

##### 5.2. Дополнительная литература

1. Бороненко, Т.С. Задача двух тел и движение космических аппаратов: Учебно-методическое пособие./ Т. С. Бороненко; МО РФ, ТГПУ. - Томск: Издательство ТГПУ, 1997.- 27с.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учебное пособие для вузов : в 10 т./Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - Изд. 5-е, стереотип. -М.: ФИЗМАТЛИТ.- (Теоретическая физика). Т. 1:Механика, -2007.- 222 с. (5)

##### 5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/ArnoldKozlovNeishtadt1985ru.djvu>
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Brumberg1972ru.djvu>
3. <http://libserv.tspu.edu.ru> -- web-сайт библиотеки ТГПУ

Учебно-методические пособия и разработки по астрономии, компьютерные астрономические программы. Internet.

**5.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Программы демонстрационной графики: PowerPoint для Windows или OpenOffice.org Impress

**6. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Задача двух тел	Программы демонстрационной графики: PowerPoint для Windows или OpenOffice.org Impress	Маркерная доска. Интернет. Интерактивная доска или экран и проектор
2	Ограниченная задача трех тел		
4	Аналитические методы небесной механики	Программа для аналитических вычислений MAXIMA	

**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Обучающимся предлагается использовать рекомендованную литературу для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях. По каждой теме предлагаются задачи для самостоятельного решения с последующим отчетом, оценки за которые учитываются при сдаче экзамена. В процессе выполнения самостоятельной работы полезно пользоваться системой Интернет. В настоящее время существует большое количество астрономических порталов с прекрасным иллюстративным материалом по астрономии. Обучающимся прежде всего можно рекомендовать сайт [www.astronet.ru](http://www.astronet.ru) - главный астрономический сайт России.

**8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Представлен в виде отдельного документа (приложение к рабочей программе учебной дисциплины (модуля)).

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена доцентом кафедры теоретической физики, кандидатом физ.-мат. наук Т.С. Бороненко.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол № 5 от « 25 » мая 2016г.

Заведующий кафедрой теоретической физики



И.Л. Бухбиндер  
профессор, д.ф.-м.н.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Протокол № 9 от « 26 » мая 2016г.

Председатель учебно-методической комиссии  
физико-математического факультета,



З.А. Скрипко  
профессор, д.п.н.