

## Теория возмущений

Лектор: д.ф.-м.н., Емельянов Николай Владимирович

(кафедра небесной механики, астрометрии и гравиметрии физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Семестр:	7
Трудоёмкость:	4 з.е.
Лекций:	36 часов
Семинаров:	
Практ. занятий:	2 часа
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4

### Аннотация курса

Лекционный курс содержит основы аналитического метода построения теорий движения небесных тел. Этот метод был основным в небесной механике до появления мощных компьютеров. В настоящее время методы теории возмущений получили дальнейшее развитие благодаря новым возможностям выполнения аналитических выкладок с помощью специального программного обеспечения и мощных компьютеров. Основы методов теории возмущений были заложены классиками небесной механики. В лекционном курсе классические методы излагаются в новой, более краткой и рациональной форме. Изложение доведено до описания алгоритма практических действий. В курсе дается вывод основных заключений об устойчивости Солнечной системы. Классическое построение теории возмущений основано на методе канонических уравнений. Поскольку в предшествующих учебных курсах этот метод не рассматривается, то значительная часть лекций посвящена изучению метода канонических уравнений в форме Пуанкаре. Курс теории возмущений дает пример стройной теории, с помощью которой были получены фундаментальные знания о строении и свойствах движения планет, звездных систем и систем галактик. В настоящее время теория возмущения является одним из основных методов изучения динамики небесных тел..

### Образовательные технологии

Для чтения курса составлены конспекты, которые составят основу для публикации в ближайшем будущем курса теории возмущений.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс представляет группу методов, которые применяются для решения задач о движении небесных тел, рассматриваемых в других спецкурсах. В частности методы теории возмущений применяются в звездной динамике и в практических задачах проектирования орбит ИСЗ.

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Практикум по небесной механике, научная работа по дисциплинам небесной механики, звездной динамики, космогонии.

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию. М: Наука. 1968. 800с. .
2. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. Учебник для студентов университетов, обучающихся по специальности "Астрономия" . Издание 3-е, дополненное. М: Наука, 1975 . 800 с.

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

Список учебников и монографий представлен на сайте ГАИШ:  
[http://www.sai.msu.ru/neb/rw/cm\\_monog.htm](http://www.sai.msu.ru/neb/rw/cm_monog.htm)

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. Емельянов Н. В. Порядок интегрирования уравнений для элементов промежуточной орбиты спутника. *Астрономический журнал*. 1985. Т.62. N.3. С.590-597.
2. Емельянов Н. В. Построение аналитической теории движения ИСЗ с точностью до третьего порядка относительно сжатия Земли. *Астрономический журнал*. 1986. Т.63. N.4. С.800-809.

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.  
**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

### **Программа курса по неделям освоения**

Введение. Основные понятия и определения небесной механики. Место теории возмущений в небесной механике. Основной принцип теории возмущений. Примеры механических моделей, для которых применима теория возмущений. (недели 1-2)

Уравнения Лагранжа для кеплеровских элементов орбиты. Оскулирующая орбита и оскулирующие элементы. (неделя 3)

Метод малого параметра Пуанкаре. Метод последовательных приближений. (недели 4-5)

Возмущающая функция и возмущения. Разложение возмущающей функции. Вековые и периодические возмущения. Способ Пуассона. Вековые и смешанные возмущения элементов орбит планет и спутников. (недели 6-7)

Выводы Лагранжа и Лапласа об устойчивости Солнечной системы. Классификация возмущений в движении планет. (неделя 8)

Метод Лагранжа-Лапласа определения вековых возмущений планет. Элементы Лагранжа. Определение вековых возмущений планет. Эволюция орбит планет. (недели 9-10)

Канонические уравнения в небесной механике. Вывод уравнений Гамильтона из уравнений Лагранжа 2-го рода. (неделя 11)

Канонические преобразования. Теорема Якоби о каноничности преобразования. Теорема Гамильтона-Якоби. Метод Гамильтона-Якоби. (недели 12-13)

Интегрирование уравнений задачи двух тел методом Гамильтона-Якоби. Связь кеплеровских элементов с элементами Якоби. (недели 14-15)

Метод теории возмущений в случае канонических систем уравнений. (неделя 16)

Уравнения возмущенного движения в элементах Якоби. Элементы Делоне и элементы Пуанкаре. (неделя 17).