

## Пример описания дисциплины ООП

### Тесные двойные системы

*Лектор: д.ф.-м.н., профессор, академик РАН Черепашук Анатолий Михайлович (кафедра астрофизики и звёздной астрономии физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Семестр:	9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Практ. занятий:	4 часа
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6 ?
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4 ?

### Аннотация курса

В лекционном курсе содержатся базовые знания о физике и эволюции тесных двойных звёздных систем (ТДС), излагаются современные методы интерпретации фотометрических и спектральных наблюдений ТДС, а также описываются результаты наблюдений и их интерпретации для ТДС разных типов. Особое внимание уделяется исследованиям ТДС на поздних стадиях эволюции, содержащих такие резко пекулярные объекты, как звёзды Вольфа-Райе, белые карлики, нейтронные звёзды и чёрные дыры. В курсе излагаются также современные методы решения обратных задач астрофизики на компактных множествах специальной структуры и на конечнопараметрических множествах функций.

### Образовательные технологии

Отдельные части курса имеют электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Однако лекции с мелом у доски также очень полезны и потому не исключаются.

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

Курс взаимосвязан с курсом теоретической и практической астрофизики, с курсом по теории внутреннего строения звёзд и их эволюции, а также с курсом по релятивистской астрофизике.

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

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, дисциплины "Физика звёзд", "Релятивистская астрофизика", "Рентгеновская астрономия".

### Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. А.В.Гончарский, А.М.Черепашук, А.Г.Ягола, Некорректные задачи астрофизики, М., «Наука», 1985.
2. А.В.Гончарский, С.Ю.Романов, А.М.Черепашук, Конечнопараметрические обратные задачи астрофизики, М., «Изд. МГУ», 1991.
3. А.М.Cherepashchuk, N.A.Katysheva, T.S.Khruzina, S.Yu.Shugarov, Highly Evolved Close Binary Stars: Catalogue, Amsterdam, "Gordon and Breach Sci. Publ.", 1996.

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

1. А.М.Черепашук, Поиски чёрных дыр, УФН, т.173, с.342-384, 2003.
2. А.М.Черепашук, А.Д.Чернин, Горизонты Вселенной, Новосибирск, изд-во СО РАН, 2005.
3. А.М.Черепашук, Диагностика звёздных атмосфер, в книге «Энциклопедия низкотемпературной плазмы» (ред. В.Е.Фортов), М., изд-во «Янус-К», 2006, с.324-354.

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

1. К.А.Постнов, А.М.Черепашук, Массы звёздных чёрных дыр и возможности проверки теорий гравитации, *Астрономический Журнал*, т.80, с.1075-1085, 2003.
2. А.В.Тутуков, А.М.Черепашук, Массивные тесные двойные системы и гамма-барстеры, *Астрономический Журнал*, т.81, с.108-123, 2004.
3. И.И.Антохин, А.М.Черепашук, Затменная двойная (WN3(h)+O5V) система ВАТ99-129: анализ кривой блеска и характеристики компонент, *Астрономический Журнал*, т.84, с.542-556, 2007.
4. А.М.Черепашук, Тесные двойные звёздные системы на поздних стадиях эволюции, в Сб. «Ультрафиолетовая Вселенная» (ред. Б.М.Шустов и др.), М., «Янус-К», 2008, с.96-117.
5. Д.Н.Рустамов, А.М.Черепашук, Звезда Вольфа-Райе HD192163 как эволюционный предшественник маломассивной рентгеновской двойной системы, *Астрономический Журнал*, т.88, с.380-392, 2011.

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – чёткость ответов на поставленные вопросы и уровень знаний пройденного материала.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – степень посещаемости занятий, активность студентов на лекциях и семинарах.

**Программа курса по неделям освоения**

Понятие тесных двойных звезд (ТДС). Типы ТДС и их наблюдательные проявления (неделя 1).

Анализ кривых лучевых скоростей ТДС. Методы определения масс звезд-компонент ТДС. Функция масс и ее свойства (неделя 2).

Искажения кривых лучевых скоростей ТДС эффектами близости компонент (эффект эллипсоидальности и отражения, газовые потоки, дискообразные оболочки). Анализ кривых блеска ТДС с тонкими атмосферами. Сферические звезды на круговых орбитах. Метод Рессе-ла. Методы определения радиусов звезд-компонент ТДС (неделя 3).

Эффекты близости компонент: эффект эллипсоидальности, роль гравитационного потемнения и потемнения к краю. Вид кривой блеска обусловленной эллипсоидальностью в разных диапазонах спектра. Полость Роша. Эффекты близости компонент: эффект отражения. Вид кривой блеска обусловленной эффектом отражения. Случай звезд с близкими температурами и случай когда температуры компонент ТДС сильно различаются. Ректификация кривых блеска ТДС (неделя 4).

Метод синтеза кривых блеска ТДС, содержащих звезды с тонкими атмосферами (неделя 5).

Метод синтеза профилей линий и кривых лучевых скоростей ТДС с тонкими атмосферами (неделя 6).

Обратные задачи в астрофизике. Статистическая постановка обратной параметрической задачи интерпретации кривых блеска и кривых лучевых скоростей ТДС. Проверка адекватности модели, оценка доверительных интервалов для решения (неделя 7).

Определение масс черных дыр и нейтронных звезд в рентгеновских двойных системах (неделя 8).

Анализ кривых блеска ТДС с протяженными атмосферами в континууме. Постановка задачи. Классическая и полуклассическая модели. Критерий единственности решения (неделя 9).

Методы восстановления структуры звездных ветров звезд Вольфа-Райе в затменных WR+O двойных системах. Случаи континуума и эмиссионных линий (неделя 10).

Некорректные задачи и их особенности. Понятие о методе регуляризации Тихонова. Понятие о методе решения обратных задач на компактных множествах функций. Примеры компактных множеств, используемых в астрофизических задачах (неделя 11).

Структура ветров звезд Вольфа-Райе в двойных WR+O системах: область взаимодействия ветров и невозмущенный ветер звезды WR (неделя 12).

Эллиптические орбиты (неделя 13).

Методы и результаты исследования внутренней структуры звезд-компонент ТДС по вращению линии апсид. Учет эффектов общей теории относительности (неделя 14).

Эволюция ТДС. Парадокс Алголя. Механизм «перемены ролей» компонент ТДС. Первичный и вторичный обмен масс. Различия в эволюции массивных и маломассивных ТДС (неделя 15).

ТДС на поздних стадиях эволюции. Типы поздних ТДС, их классификация и важнейшие характеристики (неделя 16).

Профессор А.М.Черепашук