

Приемники оптического излучения

Лектор: к.ф.-м.н., доцент Корнилов Виктор Геральдович
(кафедра экспериментальной астрономии физического факультета МГУ)

Код курса:
Статус: обязательный
Аудитория: специальный
Семестр: 8
Трудоёмкость: 2 з.е.
Лекций: 32 часов
Семинаров:
Практ. занятий:
Отчётность: зачет
экзамен
Начальные компетенции: С-ОНК-1, С-ОНК-4, С-ОНК-5, С-ОНК-6
Приобретаемые компетенции: С-СК-3, С-ИК-3, С-ПК-1, С-ПК-2, С-ПК-4

Аннотация курса

В лекционном курсе содержатся углубленные знания о приемниках оптического излучения, применяемых в астрономических наблюдениях. Напоминаются базовые базовые физические принципы и явления и функционирование приемников рассматривается с физической точки зрения. Техническая сторона также затрагивается в той мере в которой это существенно для астрономических приложений.

Рассматриваются структура и применение фотоэлектронного умножителя, фотодиода, фотосопротивления, лавинного фотодиода. Большое внимание уделяется ПЗС приемникам, лидирующим в астрономической практике.

Образовательные технологии

Классическая форма лекций

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является дополнением к общему курсу: "Практическая астрофизика".

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

Астрофизический практикум, научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, дисциплины "Прецизионная фотометрия", "Астроспектроскопия" и другие

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

Соболева Н.А., Меламид А.Е. Фотоэлектронные приборы. М: Высшая школа, 1975

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

Howell, S. Handbook of CCD astronomy, Cambridge University Press, 2006 ISBN 0521852153, 2006

Соммер А. Фотоэмиссионные материалы. М: Энергия, 1973

Ветохин С.С., Гулаков И.Р., Перцев А.Н. Одноэлектронные фотоприемники. М: Энергоатомиздат, 1986

A.T.Young, Photomultipliers. In: Method of Experimental Physics. V.12, Part A. 1974, Acad.Press, NY

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

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

1. Фотоэмиссия. Основные законы внешнего фотоэффекта. Фотоэмиссионные материалы. Квантовый выход.
2. Фотокатод. Основные типы фотокатодов, их особенности. Спектральные характеристики фотокатодов. Оптические методы повышения чувствительности.
3. Вторичная эмиссия электронов. Коэффициент умножения. Динодная система. Схемы включения и питания ФЭУ.
4. Анод ФЭУ. Выходной импульс. Анодная цепь, постоянная времени. Методы регистрации. Вольт-амперные и счетные характеристики ФЭУ. Связь с АРИ. Рабочая точка.
5. Метод счета фотонов. Усиление и дискриминация. Статистики импульсов. Точность измерения в разных условиях. Линейность в МСФ.
6. Шумы ФЭУ и их источники. Термоэмиссия. Методы уменьшения шумов ФЭУ. Систематические эффекты, влияющие на чувствительность ФЭУ. Современные ФЭУ. Специальные ФЭУ.
7. Внутренний фотоэффект. Фотопроводимость и Фото-ЭДС. Фотосопротивление. Чувствительность, спектральная чувствительность, шумы.
8. Фотодиоды. Принцип работы. Режимы включения. Чувствительность, спектральная чувствительность, шумы.
9. Лавинные фотодиоды. Ударная ионизация. Лавинный пробой. Режимы использования. Коэффициент усиления. Счет импульсов. Квантовая эффективность для счета импульсов.
10. Накопление заряда. МДП (МОП) конденсатор (ячейка). Методы считывания. Приборы с произвольной адресацией.
11. Приборы с зарядовой связью. Принципы функционирования. Поверхностный и объемный канал. Эффективность переноса.
12. Архитектура ПЗС матриц. Выходное устройство. Считывание сигнала.
13. Спектральная чувствительность. Способы повышения чувствительности в УФ и других диапазонах
14. Источники шума в ПЗС матрицах. Способы уменьшения шумов.
15. Пространственные систематические шумы (ошибки). Их определение. Необходимые калибровки и методы их выполнения.
16. Основы первичной обработки данных с ПЗС матрицы. Точность измерений. Фотометрическая и астрометрическая специфика.
17. Применение ПЗС матриц в астрономии. Режим сканирования. Матрицы с ортогональным переносом, матрицы с внутренним усилением.
18. Матрицы с активной ячейкой (CMOS сенсор). Приемник на эффекте Джексона. Перспективы использования новых приемников