**Аннотации учебных курсов кафедры теоретической физики и астрономии**

**Бакалаврская программа**

**Методы математической физики** (2-3 год обучения, обязательный, 6 кредитов).

Читает курс: профессор Адамян В.М.

Курс охватывает начальный минимум средств и приемов математической физики. В первой части рассматриваются задача Коши для линейных дифференциальных уравнений в частных производных в неограниченном пространстве и понятие функции Грина, с помощью которой решения задачи Коши сводятся к квадратурам. Основное внимание сосредоточивается на классических и наиболее разработанных уравнениях теплопроводности, диффузии и волновом уравнении. Параллельно изучаются необходимые элементы теории обобщенных функций и теории интегральных преобразований Фурье.

Вторая часть начинается с изложения элементов вариационного исчисления для функционалов различных типов; далее рассматриваются типичные методы решения краевых задач математической физики для систем с распределенными параметрами, в частности, метод Фурье. Подробно освещаются свойства собственных значений и собственных функции краевой задачи Штурма-Лиувилля, вариационные методы их анализа, ортогональные разложения по собственным функциям этой задачи.

**Классическая механика** **(**2-3 год обучения, обязательный, 7 кредитов).

Читает курс: доцент Олейник В.П.

Курс знакомит студентов с основами классической механики.

Состоит з шести частей:

– основные принципы механики Лагранжа;

– законы сохранения и свойства симметрии механических систем;

– столкновения и рассеяние частиц;

– малые колебания;

– движение твердого тела;

– механика Гамильтона.

Основное внимание уделяется:

– введению базовых понятий и законов классической механики в рамках формализмов Лагранжа и Гамильтона, которые лежат в основе современной теоретической физики;

– важнейшим методам исследования математических моделей, которые приводят к точным или приближенным результатам вычислений;

– примерам применения современных методов исследования к механическим явлениям.

**Квантовая механика** (3-4 год обучения, обязательный,  6-7 кредитов).

Читает курс: профессор Кулинский В.Л.

Курс посвящен основам нерелятивистской квантовой механики, ее физическим основам и необходимому математическому аппарату. В первой части излагаются основные постулаты квантовой механики. Их применение продемонстрировано на простых квантовых системах (с конечномерным пространством состояний типа q-бита) и точно решаемых задачах (атом водорода и гармонический осциллятор). Главным образом используется операторный подход, основанный на интегралах движения и коммутационных соотношениях для операторов. В заключительных лекциях этой части излагаются основные понятия квантовой информатики и коммуникации (неравенства Белла, алгоритм Дойча). Вторая часть посвящена изложению приближенных методов и их использованию для описания реальных квантовых систем: многоэлектронные атомы и молекулы, их взаимодействие с ЭМП, теория рассеяния. Демонстрируется также применение методов симметрии для анализа спектров сложных систем.

**Электродинамика** (3 год обучения, обязательный, 7 кредитов).

Читает курс: профессор Маломуж Н.П.

Знакомит студентов с основами классической электродинамики.
Он состоит из трех основных разделов:
1) Вакуумная электродинамика;
2) Специальная теория относительности;
3) Электродинамика непрерывных сред.
Основное внимание уделяется:
1) формулировке физических принципов электродинамики;
2) овладению свойств симметрии электродинамических явлений;
3) физическому содержанию тех понятий, которые используются в

 электродинамике и мотивации их введения;
4) построении уравнений электродинамики в согласии со

 сформулированными принципами и свойствами симметрии;
5) обсуждению связи результатов исследования электромагнитных явлений

 на основе уравнений Максвелла с экспериментальными результатами.

**Механика сплошных сред** (3 год обучения, обязательный, 2 кредита).

Читает курс: доцент Сушко М.Я.

Курс направлен на предоставление студентам знаний, понимания, умения и навыков, необходимых для физико-математического моделирования и количественного анализа физических процессов в макроскопических системах в приближении сплошной среды. Преподаются основные понятия и положения модели сплошной среды; математический аппарат и методы построения математических моделей классических систем с бесконечным количеством степеней свободы; кинематические и динамические характеристики сплошных сред; общие законы движения сплошных сред; основы линейной теории упругости; основы гидродинамики жидкостей и газов; постановка краевых задач в классической теории упругости и гидромеханике; применения теории к задачам о распространении звука и гидродинамических течений; особенности физических явлений в вязких жидкостях и газах.

**Термодинамика и статистическая физика** (4 год обучения по направлениям подготовки 6.040203 Физика и 6.040206 Астрономия, обязательный, 7 кредитов)

Читает курс: доцент Сушко М.Я.

Курс направлен на предоставление студентам знаний, понимания, умения и навыков, необходимых для количественного анализа естественных явлений и физических процессов в макроскопических системах с использованием термодинамических и статистических методов современной физики. Преподаются основные понятия, положения и законы термодинамики; математический аппарат и методы для решения основной задачи термодинамики; основные понятия, положения и метод канонических ансамблей Гиббса статистической физики; типы и свойства классических и квантовых статистических распределений; их применения для анализа тепловых движений в макроскопических системах, вычисления статистических средних и построения статистической термодинамики таких систем; элементы теории фазовых переходов и критических явлений; элементы теории флуктуаций и неравновесных процессов; простейшие статистические модели конденсированной среды.

**Термодинамика и статистическая физика** (4 год обучения по направлению подготовки 6.040204 Прикладная физика, обязательный, 6 кредитов).

Читает курс: доцент Сушко М.Я.

Курс направлен на предоставление студентам знаний, понимания, умения и навыков, необходимых для количественного анализа естественных явлений и физических процессов в макроскопических системах с использованием термодинамических и статистических методов современной физики. Преподаются основные понятия, положения и законы термодинамики; математический аппарат и методы для решения основной задачи термодинамики; основные понятия, положения и метод канонических ансамблей Гиббса статистической физики; типы и свойства классических и квантовых статистических распределений; их применения для анализа тепловых движений в макроскопических системах, вычисления статистических средних и построения статистической термодинамики таких систем; элементы теории фазовых переходов и критических явлений; элементы теории флуктуаций; простейшие статистические модели конденсированной среды.

**Дополнительные главы квантовой механики** (4 год обучения, по выбору, 4 кредита).

Читает курс: профессор Адамян В.М.

В курсе рассматриваются фундаментальные идеи и методы квантовой теории и их применение, которые неполно или недостаточно полно представлены в нормативных обязательных курсах теоретической физики. Курс включает:

• элементы релятивистской квантовой механики, в частности теория Дирака и ее физические последствия;

• физические следствия симметрии, присущей физическим законам в форме фундаментальных уравнений и конкретным физическим объектам;

• принципы квантовой статистической механики и метод вторичного квантования;

• основные положения микроскопической теории сверхтекучести и сверхпроводимости и квантовой теории магнетизма.

**Финансовая кинетика** (4 год обучения, по выбору, 2 кредита).

Читает курс: профессор Адамян В.М.

Курс посвящен исследованию процессов на финансовых рынках на основе специфического синтеза методов стохастического анализа и математической физики, который известен под названием финансовой математики. В курсе вводятся понятия первоначальных и производных финансовых активов, их характеристики, рассматриваются базовые рыночные процессы и гипотезы, элементы теории финансового риска. Центральное место в этом курсе занимают проблемы определения цены производных финансовых продуктов (деривативов) как функций от времени и текущей цены соответствующих первичных активов. На основе подхода Блэка-Шоулза изучается, как такие проблемы могут быть сведены к стандартным задачам математической физики. Показывается, как, применяя аналитические и численные методы, находить значение цены Европейских и Американских опционов, включая опционы на активы с выплатой дивидендов, барьерные опционы, некоторые экзотические опционы, опционы на бонды и т.д., оценивать влияние комиссионных выплат на цену опционов.

**Деловой английский язык** (2 год обучения, по выбору, 1 кредит).

Читает курс: доцент Сушко М.Я.

Курс направлен на ознакомление студентов с общепринятыми в англоязычной бизнес-среде терминологией, деловой документацией и процедурами, формирование у них соответствующих навыков правильного письменного и устного общения. Изучаются такие темы: формат делового письма; типы деловых писем; язык объявлений; персональные данные, резюме и сопроводительное письмо; купля, продажа и сопутствующая документация; деньги, денежные операции, заем; транспорт и грузовые перевозки; страхование; экспорт и импорт; таможенные процедуры и документация; коммерческие термины Международной торговой палаты в международной торговле.

**Избранные задачи теоретической физики** (4 год обучения, по выбору, 4 кредита).

Читает курс: доцент Сушко М.Я.

Курс направлен на овладение студентами типичных методов решения задач из избранных разделов теоретической физики, формирование у них углубленного понимания этих разделов и развитие практических математических навыков. Рассматриваются постановка и типичные методы решения краевых задач электродинамики и гидродинамики; постановка и методы решения задач дифракции электромагнитных волн; задачи о распространении электромагнитных волн в направляющих системах; гидродинамические течения и задачи обтекания. Также изучаются основные свойства цилиндрических функций; основные свойства полиномов Лежандра; метод интегральных преобразований; основные свойства аналитических функций; метод комплексного потенциала для плоских двухмерных задач; метод конформных преобразований

**Квантовая теория поля** (4 год обучения, по выбору, 2 кредита).

Читает курс: доцент Сушко М.Я.

Курс направлен на овладение студентами основных положений теории квантовых полей и методов количественного анализа процессов взаимодействия между ними. Преподаются формализм Лагранжа и теорема Нетер для построения уравнений движения классических полей и динамических инвариантов последний; процедура квантования электромагнитного поля, основные характеристики фотонов и системы фотонов; уравнения движения и процедура квантования скалярных полей; уравнения Дирака, его основные свойства и процедура квантования дираковского поля; проблемы описания процессов взаимодействия квантовых полей и понятие матрицы рассеяния; методы вычисления матричных элементов матрицы рассеяния и диаграммная техника Фейнмана; элементы теории перенормировок.

**Избранные задачи теоретической физики** (4 год обучения, по выбору, 1 кредит).

Читает курс: профессор Маломуж Н.П.

Знакомит студентов с основными методами современных исследований в теоретической физике.
  Он включает следующие задачи «Теоретической механики», «Электродинамики» и «Квантовая механика»
• определение равновесных и метастабильных ориентаций двух одинаковых заряженных отрезков и колец, центры которых считаются закрепленными;
• Малые колебания отрезков вокруг равновесных ориентаций с предыдущей задачи;
• Излучение электромагнитных волн предыдущей системой, которая находится в колебательном состоянии;
• Определение магнитного поля, образованного подкова-образным магнитом излучения электромагнитных волн магнитным камертоном.
• образованием кластеров анионами и катионами одинакового радиуса в двумерном и трехмерном пространстве;
• Частоты нормальных колебаний димеров и тетрамеров в двух- и трехмерном пространстве; равновесную конфигурацию молекул воды;
• Свойства димеров воды;
• Распределение заряда на поверхности деформированной сферы;
• Малые колебания заряженной сферы, предел ее устойчивости.

**Теоретическая физика для математиков** (3 год обучения, обязательный, 4 кредита)

Читает курс: доцент Олейник В.П.

Курс подробно знакомит студентов специализации «Классическая математика» с важнейшими разделами теоретической физики «Классическая механика», «Электродинамика», а также с основными идеями и результатами «Квантовой механики» и «Статистической физики». В классической механике вводятся понятия и определения, лежащие в основе современной теоретической физики. Электродинамика представляет собой теорию электромагнитного поля, дающего нам более 95% информации об окружающем мире. Квантовая механика знакомит с принципами построения теоретических моделей атомов и молекул. Статистическая физика описывает системы многих частиц, подчиняющихся законам классической или квантовой физики.

**Общая астрономия** (1 год обучения, обязательный, 2 кредита).

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Этот курс – вводный для астрономического цикла. В то же время этот курс дает возможность студентам, выбирающим специализацию «физика», ознакомиться с базовыми представлениями о Вселенной на разных расстояниях от наблюдателя: от околоземного пространства до отдаленнейших объектов – квазаров; и на масштабах от элементарных частиц до скоплений галактик вождей и т.д. Курс охватывает видимые и истинные движения небесных тел, планеты, Солнце и солнечную систему, звезды, галактики, эволюцию отдельных элементов и Вселенной в целом, а также методы исследования астрономических объектов. Для студентов, которые выбирают специализацию «астрономия» этот курс является обзорным, каждая из тем в дальнейшем обучении подробно рассматривается в отдельном курсе.

**Астрофизика** (3 год обучения, по выбору, 2 кредита).

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Курс «Астрофизика» предназначен для студентов, выбравших специализацию «физика». В нем рассматриваются приборы, методы и достижения современной астрофизики, а также развитие наблюдательной базы и способы хранения и передачи информации. Будущим физикам этот курс позволяет ознакомиться с разнообразием физических условий, наблюдающихся во Вселенной, в том числе и с такими, которые в земных лабораториях получить невозможно. Отдельно рассматриваются физика и эволюция планет и планетных систем, звезд, галактик, релятивистских объектов (белых карликов, нейтронных и кварковых звезд, черных дыр) и всей Вселенной с учетом влияния темной материи и темной энергии.

**Магнитная гидродинамика** (3 год обучения, по выбору, 2 кредита).

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Курс (обычно название дисциплины сокращается до аббревиатуры МГД) предназначен для студентов, выбравших специализацию «астрономия». Предметом изучения курса является движение проводящего вещества - плазмы - в магнитном поле. Студенты получают фундаментальные знания по МГД, учатся пользоваться методами МГД в астрофизических процессах, при изучении звездных атмосфер и газовых потоков в космосе, рассчитать конфигурацию магнитного поля, определять условии вморожености магнитного поля, характер эволюции магнитогидродинамческой среды, определять магнитную вязкость среды, характерное время диффузии и скорость диффузии магнитного поля.

**Теоретическая астрофизика** (4 год обучения, по выбору, 3 кредита).

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Курс предназначен для студентов, выбравших специализацию «астрономия». В курсе изучаются классические и современные теории, касающиеся источников звездной энергии, физических процессов в фотосферах и атмосферах звезд на разных стадиях эволюции, особенности формирования непрерывного спектра и возникновения линий поглощения и излучения; методы определения химического состава звезд, исследования внутреннего строения звезд, а также теоретические методы исследования туманностей и межзвездной среды. Студенты усваивают особенности формирования непрерывного спектра, вид уравнений переноса и непрерывности и методы их решения; гипотезу о локальной термодинамического равновесия ЛТР, ее последствия и использования; модели фотосфер; особенности возбуждения и ионизация атомов, поглощения и излучения; явления, влияющие на контуры спектральных линий; методы учета отклонений от условий локального термодинамического равновесия; методы определения температур, плотности и химического состава звездных атмосфер; теоретическое соотношение масса-светимость-радиус-химический состав звезд; источники звездной энергии на различных стадиях эволюции; уравнения внутреннего строения и модели звезд; методы определения физических условий в газовых туманностях и межзвездной среде.

**Релятивистская астрофизика** (4 год обучения, по выбору, 2 кредита).

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Курс предназначен для студентов выбравших специализацию «астрономия». В нем изучаются астрономические явления и небесные тела в условиях, для которых неприменимы законы классической механики и закон тяготения Ньютона. К таким условиям относятся: скорость движения, близкая к скорости света, чрезвычайно высокие значения давления и плотности энергии, а также гравитационного потенциала. Студенты 4-го курса знакомятся с процессами формирования, наблюдательными проявлениями и физикой релятивистских объектов звездных масс – белых карликов, нейтронных и кварковых звезд, черных дыр. Детально рассматриваются вопросы строения всех этих релятивистских объектов, обосновываются значения предельных масс для белых карликов и нейтронных звезд, а также особенности эволюция этих объектов в двойных системах.

**Методы вычислений** (1 год обучения, обязательный, 2 кредита).

Читает курс: доцент Базей А.А.

Курс содержит темы:
• Сглаживание, аппроксимация и линеаризация функций.
• Метод наименьших квадратов.
• Интерполирование таблично заданных функций:
полином Лагранжа, полином Ньютона, полином Стирлинга, полином Бесселя.
Дифференцирование по таблице.
• Численное решение уравнений: метод дихотомии, простых итераций, Ньютона.
• Поиск минимума функции: метод золотого сечения, метод парабол.
• Численные методы определения риманового интеграла: метод Монте-Карло, трапеций, прямоугольников, Симпсона.
• Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений: метод Эйлера, метод прогноза и коррекции, методы Рунге-Кутта.
• Разложение функций в ряд Фурье.
Необходимые предварительные знания и умения: курс математического анализа, базовые навыки работы на компьютере, использование электронной формы общения.

**Общая астрометрия** (2 год обучения, по выбору, 6 кредитов).

Читает курс: доцент Базей А.А.

Курс содержит темы:
• Небесная сфера.
• Системы координат на небесной сфере.
• Связь между системами координат.
• Координаты на земной поверхности.
• Системы отсчета времени.
• Измерение больших промежутков времени.
• Суточное вращение небесной сферы.
• Астрономическая рефракция.
• Аберрация: суточная, годовая, планетная.
• Параллакс: суточный и годичный. Собственное движение звезд.
• Прецессия и нутация.
• Редукция наблюдений. Приведение на видимое, истинное и среднее место.
• Проблемы установления инерциальной системы координат.
• Реализация инерциальной системы координат. Фундаментальная система небесных координат.
• Меридианный метод определения небесных координат. Абсолютный и относительный методы определения координат.
• Фотографический метод определения небесных координат. Метод Тернера.
• Звездные каталоги.
Необходимые предварительные знания и умения: курс общей астрономии, курс математического анализа, курс общей физики, базовые навыки работы на компьютере, использование электронной формы общения.

**Небесная механика** (3 год обучения, по выбору, 8 кредитов).

Читает курс: доцент Базей А.А.

Курс содержит темы:
• Задача N тел. Интегралы сохранения.
• Задача 2-х тел. Уравнение траектории. Классификация движений в задаче 2-х тел. Уточненный закон Кеплера.
• Элементы орбиты. Вычисление положения небесного тела на эллиптической орбите. Уравнение Кеплера.
• Вычисление положения небесного тела на инфинитных орбитах.
• Ограниченная задача трех тел. Уравнение движения. Интеграл Якоби.
• Поверхности Хилла. Особые точки поверхностей Хилла. Точки Лагранжа. Критерий Тиссерана.
• Вычисление элементов орбит. Метод Гаусса. Метод Вяйсяля вычисления элементов круговой орбиты. Метод Ольберса вычисления элементов параболической орбиты.
• Задача об относительном движении N тел. Уравнения Лагранжа. Возмущенное движение. Негравитационные возмущения.
Необходимые предварительные знания и умения: курс общей астрономии, курс математического анализа, курс методов вычислений, курс дифференциальных уравнений, курс классической механики, базовые навыки работы на компьютере, использование электронной формы общения.

**Радиоастрономия и звездная астрономия** (4 год обучения, по выбору, 3 и 3.5 кредита).

Читает курс: доцент Марсакова В.И. и старший преподаватель Мурников Б.А.

В учебной дисциплине объединены вопросы, касающиеся, прежде всего, крупномасштабных космических процессов и явлений. Студенты овладевают радиоастрономическими и звездно-статистическими методами изучения Вселенной. Темы первой части курса посвящены методам и результатам радиоастрономических исследований. Это возникновение и роль радиоастрономии в астрофизике; основные понятия радиоастрономии; температура и плотность потока излучения; поляризация радиоизлучения; типы радиотелескопов и антенн; апертурный синтез; механизмы радиоизлучения; спектры радиоисточников; радиоастрономия Солнечной системы; галактическая и внегалактическая радиоастрономия.

Вторая часть курса посвящена изучению структуры и эволюции нашей Галактики, путем исследований характеристик ее типовых объектов - звезд, звездных скоплений и межзвездного газа. Рассматриваются методы определения расстояний до этих объектов, кинематических характеристик, масс и др., а также методы физического моделирования структуры и движения звездных систем.

**Физичиские переменные и двойные звезды** (3 год обучения, по выбору, 2 кредита).

Читает курс: доцент Марсакова В.И.

Курс знакомит студентов с проблематикой изучения физических переменных и двойных звезд. Обсуждается связь исследований переменных звезд с проблемами определения расстояний во Вселенной, определения физических характеристик звезд и развития теорий звездной эволюции, исследованиями экзопланет, звездных скоплений и галактик. Также ррассматриваются современные методы исследований, наблюдений и их обработки, принципы и методы классификации физических переменных и двойных звезд. Студенты получают практические навыки в: наблюдениях переменных звезд и их обработке, использования данных наблюдений автоматических обзоров неба и международных баз данных; учатся различать наиболее распространенные типы переменных звезд по кривой блеска; находить некоторые физические параметры пульсирующих звезд и двойных звездных систем; оценивать некоторые эволюционные характеристики тесных взаимодействующих двойных звезд.

**Многоцветная фотометрия** (3 год обучения, по выбору, 1.5 кредита).

Читает курс: доцент Марсакова В.И.

Курс посвящен исследованиям космических объектов, основанных на наблюдениях в различных спектральных полосах и полученных с помощью различных приемников излучения. Главная цель курса - научиться воспроизводить распределение энергии в спектре звезды (или другого излучающего космического объекта) по многоцветным фотометрическим наблюдениям. Рассматриваются кривые спектральной чувствительности различных фотометрических приборов, виды фотометрических систем и их характеристики, искажения распределения энергии в спектре в результате межзвездного поглощения, атмосферных эффектов, влияния оптической системы и методы учета этих эффектов. Также изучаются кривые распределения энергии в спектре абсолютно черного тела и причины отклонения от этого распределения в спектрах реальных звезд и других космических объектов. Студенты учатся пользоваться фотометрическими величинами, описывающими излучения небесных тел; определять температуры и другие характеристики звезд по многоцветным фотометрическим наблюдениям, приводить наблюдения к одной из стандартных фотометрических систем.

**Специальные функции** (3 год обучения, по выбору, 3 кредита).

Читает курс: доцент Марсакова В.И.

В курсе рассматриваются различные виды специальных функций, находящие применение в различных разделах астрономии и физики. Особое внимание уделяется гамма-функциям, которые часто фигурируют в различных задачах статистики, и сферическим функциям и находят широкое применение в расчетах движения околоземных космических объектов, а также во многих других разделах астрофизики, и некоторым другим. Для всех специальных функций рассматриваются их свойства, особенности разложения по ним в ряды, примеры их применения.

**Планирование экстремальных экспериментов** (3 год обучения, по выбору, 1 кредит).

Читает курс: доцент Марсакова В.И.

Курс способствует углублению студентами знаний по математической статистике и обработке результатов экспериментов (наблюдений). Студенты знакомятся с методами планирования экспериментов для скорейшего достижения желаемых результатов, отрабатывают навыки в статистической обработке данных и постановке экспериментов (наблюдений).

**Общая астрофизика** (3 год обучения, по выбору, 9 кредитов).

Читает курс: старший преподаватель Мурников Б.А.

Астрофизика – самый большой раздел современной астрономии. Большой объем материала заставляет теоретическим проблемам посвящать отдельный курс «Теоретическая астрофизика». Все остальные вопросы рассматриваются в курсе «Общая астрофизика». В нем студенты изучают физические основы и главные методы астрофизических исследований, строение и назначение телескопов, назначение и устройство приемников излучения, устройство спектральных приборов, радиоастрономические приборы, общие сведения о Солнце, устройство и эволюцию тел Солнечной системы, физические параметры и эволюцию звезд, строение и эволюцию межзвездной среды, звездных систем и Вселенной в целом.

Студенты также учатся отождествлять области звездного неба на астрономических негативах, проводить визуальные фотометрические наблюдения звезд на астронегативах, переходить от одной фотометрической системы к другой, определять длины волн в спектрах небесных тел, определять спектральный класс звезд, объяснять сущность основных физических процессов в небесных телах, решать другие астрофизические задачи.

**Астропрактикум** (4 год обучения, по выбору, в 7-м семестре – 6 кредитов, в 8-м семестре – 5 кредитов).

Читает курс: старший преподаватель Мурников Б.А.

 На Астропрактикум студенты приобретают практические навыки обработки астрономических наблюдений. В частности, они учатся определять динамические параллаксы звезд, определять элементы орбиты визуально- и спектрально-двойных звезд, учитывать поглощение света в земной атмосфере и определять коэффициент экстинкции, вычислять лучевые скорости звезд, учитывать движение Земли при этих вычислениях, вычислять распределение энергии в спектрах звезд, обрабатывать радиоастрономические наблюдения, пользоваться ПЗС-приемниками для проведения наблюдений, выполнять первичную обработку ПЗС наблюдений, определять звездные величины и строить кривые блеска переменных звезд с помощью стандартных пакетов программ, проводить анализ спектров звезд разных спектральных классов, определять точность данных, полученных из наблюдений, пользоваться программами, отображающими вид неба.

**Астроспектроскопия** (4 год обучения, по выбору, 2.5 кредита).

Читает курс: старший преподаватель Мурников Б.А.

Курс посвящен принципам работы спектральных приборов, которые используются в астрофизике. Он читается в восьмом семестре подготовки бакалавров. Рассматриваются такие вопросы: образование спектра; основные характеристики спектральных приборов, в том числе фотометрические характеристики; преломление света в призме; типы призменных приборов; принципы действия дифракционных решеток и устройство дифракционных приборов; назначение и принципы действия приборов высокой разрешающей силы. Студенты учатся: рассчитывать ход лучей в призменном приборе; рассчитывать дифракционную картину от одной щели и многих щелей; рассчитывать профиль дифракционной решетки с концентрацией света в заданном порядке. Объем курса – 2,5 кредита.

**Магистерская программа**

**Основы физики сверхпроводимости** (по выбору, 1 кредит).

Читает курс: профессор Кулинский В.Л.

В курсе излагаются основы теории низкотемпературной сверхпроводимости. Развитие идей показывается в исторической перспективе. Акцент делается на прогрессе теории благодаря открытиям ключевых экспериментальных фактов (эффект Мейснера-Оксенфельда, поведение термодинамических характеристик таких як энтропия и теплоемкость, явление квантования магнитного потока, изотопический эффект и др.), начиная с электродинамической теории Лондонов и феноменологической - теории Гинзбурга-Ландау. В конце курса рассматриваются основы микроскопической теории (элементы теории Бардина-Купера-Шриффера). Курс построен так, чтобы показать как основные законы известные студентам из базовых курсов Электродинамики, Квантовой Механики, Термодинамики и Статистической Физики,  “работают” в таком явлении как сверхпроводимость.

**Компьютерное моделирование физических процессов (в среде Wolfram Mathematica)** — (обязательный, 4-5 кредитов).

Читает курс: профессор Кулинский В.Л.

Курс нацелен на обретение студентами навыков анализа физических явлений с помощью компьютерного моделирования. Основным инструментом является среда Wolfram Mathematica которая используется для изучения базовых алгоритмов и численных методов (метод конечных разностей, метод Бубнова-Галеркина, метод конечных элементов и др.), и дает многофункциональный интерфейс для представления результатов исследований (генерация отчетов, статей и презентаций). Студенты имеют возможность воспроизвести решение задач из предыдущих курсов ММФ, Электродинамики, Квантовой Механики и др. с помощью средств численного эксперимента и визуализации результатов.

**Неравновесная статистическая термодинамика** (по выбору, 4 кредита).

Читает курс: профессор Кулинский В.Л.

Курс излагает элементы теории случайных процессов и ее применение в неравновесной стат. физике. Основное внимание уделяется методам построения и решения кинетического уравнения. Демонстрируется иерархия и взаимосвязь между основными марковскими процессами (винеровский процесс, процесс Орнштейна-Уленбека, белый шум) на примере случайного блуждания. Также излагается теория линейной реакции Кубо (классический и квантовый случаи), ФДТ и основные свойства и применение функций Грина для расчетов кинетических характеристик систем.

**Избранные задачи статфизики и квантовой теории поля** (по выбору, 2 кредита)

Читает курс: профессор Кулинский В.Л.

В курсе излагается элементы диаграммной техники на примере модели Изинга, ее точное решение Онзагером методом трансфер-матрицы и ее фермионное представление. Рассматриваются вопросы, связанные с конформной симметрией критических флуктуаций и  симметрией корреляционных функций. Демонстрируется тесная связь проблем статистической механики с задачами теории поля.

**Теория элементарных частиц** (по выбору, 4.5 кредита).

Читает курс: доцент Сушко М.Я.

Курс направлен на формирование у студентов системы компетентностей, включающих знание, понимание, умение и навыки количественного описания фундаментальных структурных элементов материи и взаимодействий между ними в рамках калибровочных теорий и спонтанного нарушения локальной калибровочной инвариантности. Преподаются основные результаты раннего периода развития физики элементарных частиц; современные представления о фундаментальных структурных элементах материи, их характеристики и организацию; основные характеристики и свойства симметрии сильного взаимодействия; составные модели адронов; понятие локальной калибровочной инвариантности и калибровочных полей Янга–Миллса; основные положения квантовой хромодинамики; основные характеристики и свойства симметрии слабого взаимодействия; принцип спонтанного нарушения симметрии и механизм Хиггса генерации масс частиц; основные положения стандартной модели электрослабого взаимодействия Вайнберга–Салама.

**Физика воды и водных растворов биомолекул** (обязательный, 3 кредита).

Читает курс: профессор Маломуж Н.П.

       Знакомит студентов с основными результатами современных исследований по физике воды, а также с той ролью, которая играет вода в возникновении и поддержании жизни теплокровных.
        Он включает: основные термодинамические и кинетические свойства воды, а также характер поведения воды в электрическом и магнитном полях, физическую природу межмолекулярного взаимодействия в воде, в частности, современный взгляд на природу водородных связей, особенности микроструктуры воды, которые порождаются процессами кластеризации молекул, специфику изменения свойств воды с температурой;
какие свойства воды играют ключевую роль в возникновении жизни на Земле, а также в его поддержке и развитии, понимать физическое происхождение границ существования живой материи, представлять каким образом происходит саморегуляция рабочей температуры различных органов и степени кислотности рабочей среды.

**Физическая гидродинамика** (по выбору, 3 кредита).

Читает курс: профессор Маломуж Н.П.
       Знакомит студентов с основными результатами теории тепловых гидродинамических флуктуаций, а также с ее приложениями к проблемам молекулярной динамики.
       Он включает уравнения гидродинамики, методы построения корреляционных функций эйлеровых и лагранжевых переменных гидродинамики, свойства автокорреляционной скорости молекул воды, особенности составляющих коэффициента самодиффузии молекул воды - хаотического локального перемешивания молекул и коллективного переноса, специфику самодиффузии молекул аргона и воды, в частности, характер их температурной зависимости на линии сосуществования, проявление двух важнейших составляющих транспорта молекул жидкости в поведении среднеквадратичного смещения молекул воды в компьютерных экспериментах, некогерентном рассеянии медленных нейтронов, диэлектрической релаксации и тому подобное.

**Дополнительные главы квантовой теории твердого тела** (обязательный, 2 кредита).

Читает курс: профессор Адамян В.М.

Предметом изучения данной учебной дисциплины является вопросы и специальные модели квантовой теории твердого тела, которые составляют теоретическую основу наноэлектроники и спинтроники.

Ее информационный объем включает

* особенности электронного транспорт в наноустройствах, в частности, баллистические и диффузионные режимы проводимости, квантовые интерференционные, тепловые и термоэлектрические эффекты в нанопроводах и наносхемах;
* вычисление транспортных характеристик нанопроводников и квантовых интерференционных полевых нанотранзисторов;
* плотности электронных и фононных состояний нанопроводников и полупроводников, в частности, графена и углеродных нанотрубок;
* гигантское магнитосопротивление в наноразмерных гетероструктурах;
* понятие спиновой диффузии и спинового тока;
* спиновые клапаны, спиновые транзисторы на основе эффекта электро-спиновой модуляции.

**Квантовая информатика** (обязательный, 4 кредита).

Читает курс: профессор Адамян В.М.

В курсе рассматриваются основные принципы квантовой информатики и квантовые алгоритмы, которые на протяжении последних двадцати лет прочно укоренились в информатике и сейчас составляют фундамент для дальнейшего развития информационных технологий на основе квантовых логических схем и алгоритмов. В нем изучаются:

* особенности состояний квантового аналога классического бита – кубиты и состояния системы из нескольких и многих кубитов;
* специфика измерений состояний системы кубитов;
* особенности операторов, осуществляющих преобразование состояний кубитов и ограничения квантовых манипуляций, в частности, теорема о неклонировании;

• эффективные квантовые алгоритмы, включая алгоритмы Дойча-Йожы, Гровера, Саймона, Шора;

• элементы квантовой криптографии и протоколы безопасной передачи информации по квантовым каналам связи;

 • смежные вопросы: парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, неравенство Белла;

 • пути физической имплементации квантовых алгоритмов.

**Статистическая термодинамика необратимых процессов** (по выбору, 4.5 кредита).

Читает курс: профессор Маломуж Н.П.

Знакомит студентов с основами неравновесной термодинамики.

Он включает: формирование основных представлений термодинамики необратимых процессов, локальную структуру законов сохранения и принципы построения уравнений гидродинамики, определение термодинамических сил и потоков, производство энтропии, введение кинетических коэффициентов и формулировка принципа симметрии Онсагера для кинетических коэффициентов, основы теории линейной реакции Кубо, связь кинетических коэффициентов корреляционными функциями потоков, уравнения гидродинамики неидеальной жидкости, требование симметрии тензора натяжения, линеаризованную форму уравнений гидродинамики, продольные и вихревые возбуждения, распространения звука в жидкостях и газах, декремент его затухания, поверхностные волны: гравитационные, капиллярные и волны Рэлея, гидродинамику бинарных растворов и особенности распространения в них звука и тепла, учет внутренних степеней свободы, гидродинамику жидких кристаллов и суспензий.

**Теория фазовых переходов** (по выбору, 2 кредита)

Читает курс: профессор Маломуж Н.П.

     Знакомит студентов с основами физики фазовых переходов первого и второго рода.
        Основное внимание в спецкурсе уделяется:
1) формулировке основных понятий теории фазовых переходов
2) ознакомлению с основами термодинамической теории фазовых переходов
3) теории Ландау фазовых переходов второго рода;
4) построению основ флуктуационной теории фазовых переходов, гамильтониан Гинзбурга-Ландау;
5) ознакомлению с масштабной и конформной симметрией флуктуаций;
6) построению основ метода ренормгруппы;
7) расчету критических показателей с помощью теории возмущений;
8) уравнению состояния системы в окрестности критической точки, канонический параметр порядка и канонический формализм описания критических явлений.

**Формы представления научных исследований** (обязательный, 5 кредитов)

Читает курс: доцент Олейник В.П.

Состоит из четырех разделов:

1. Общая характеристика научного исследования, особенности прикладных и фундаментальных физических исследований.

2. Этика научного исследования: академическая добропорядочность, уважение к авторскому праву и борьба с проявлениями академической нечестности (плагиатом), меры предупреждения случаев плагиата.

3. Подготовка материалов научного исследования к представлению: работа с документальными источниками информации; составление списка библиографических источников; написание исследовательской рукописи с собственными научными результатами, оформление иллюстративного материала.

4. Различные типы сообщений и специфические особенности их представления: устное и письменное сообщения на конференции; статья или краткое сообщение (письмо редактору) в научном журнале; научно-популярная статья; запрос в Министерство образования Украины на получение исследовательского гранта. . А также детальное обсуждение специфических особенностей подготовки магистерской работы, диссертации на степень кандидата физико-математических наук и диссертации на степень доктора физико-математических наук к защите.

**Теория гравитации** (по выбору, 3 кредита)

Читает курс: доцент Олейник В.П.

Курс знакомит студентов с основами современной теории гравитации.

Включает разделы:

– математические основы теории гравитации (алгебраические и дифференциальные свойства тензорных величин, тензор кривизны Кристоффеля-Римана и его свойства, задача на собственные значения для тензора Вейля, классификация по Петрову-Пенроузу);

– основные принципы теории гравитации Эйнштейна (Общей теории относительности, ОТО), уравнения гравитационного поля в ОТО, нерелятивистский предел в ОТО;

– сферически симметричное гравитационное поле в вакууме (задача Шварцшильда), теорема Биркгофа и следствия из нее, черные дыры;

– космологические модели Эйнштейна и де-Ситтера, модели Фридмана, Стандартная модель горячей Вселенной Гамова, инфляционные модели, проблемы эволюции ранней Вселенной;

– наблюдательные тесты теории гравитации, гравитационные волны, важнейшие астрофизические объекты наблюдаемой Вселенной, темная материя в галактиках и скоплениях галактик, темная энергия в космологии;

– свойства пространства-времени и гравитационные теории, теория гравитации и элементарные частицы, проблемы единой теории поля (теории всего).

**Релятивистская астрофизика** (по выбору, 3 кредита)

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Курс предназначен для студентов, выбравших специализацию «астрономия». В нем изучаются астрономические явления и небесные тела условиях, для которых неприменимы законы классической механики и закон тяготения Ньютона. К таким условиям относятся: скорость движения, близкая к скорости света, космологические расстояния, чрезвычайно высокие значения давления и плотности энергии, а также гравитационного потенциала. Магистры осваивают астрономические методы проверки Общей Теории Относительности и применение методов ОТО в исследованиях уникального релятивистского объекта – Вселенной, ее формированию и дальнейшей эволюции с учетом влияния темной материи и темной энергии (ΛCDM модель).

**Внегалактическая астрономия** (по выбору, 3 кредита)

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Курс предназначен для магистров, выбравших специализацию «астрономия». В нем изучаются самые крупные элементы Вселенной, наблюдаемое состояние которых является экспериментальной базой современной космологии. Курс состоит из двух связанных частей. В первой части изучаются галактики, их строение, особенности морфологии, эволюция морфологических типов в космологической шкале времени. Во второй части изучаются более крупные структуры от Местной Группы Галактик до элементов крупномасштабной структуры Вселенной – скопления и сверхскопления галактик, их основные элементы и морфология, а также филаменты, галактические стены и войды.

**Физика межзвездной среды** (по выбору, 3 кредита)

Читает курс: профессор Панько Е.А.

Курс предназначен для студентов, которые выбрали специализацию «астрономия». В нем изучаются астрономические проявления и свойства межзвездной среды (МЗС) - вещества и полей, заполняющих пространство между звездами и звездными системами внутри галактик. МЗС и процессы , происходящие в ней, крайне важны на начальных и конечных стадиях эволюции звезд. В программу курса входят строение Галактики и общая характеристика МЗС; ее состав (атомарная, молекулярная и пылевая составляющие МЗС, а также электромагните поля) и взаимодействие отдельных компонентов, электромагнитное излучение МЗС, тепловое и нетепловое, физические процессы, которые происходят в условиях сверхнизких температур и плотностей; взаимодействие звезд и их оболочек с МЗС, газопылевые комплексы, области звездообразования, начальные стадии звездной эволюции.

**Динамика Солнечной системы** (по выбору, 3 кредита)

Читает курс: доцент Базей А.А.

Курс содержит темы:
• Закони Кеплера как следствие законов Ньютона. «Закон» Тициуса-Боде.
• Строение систем спутников планет-гигантов.
• Система спутников Юпитера. Система спутников Сатурна. Системы спутников Урана и Нептуна.
• Строение Главного пояса астероидов. Люки Кирквуда. Движение в резонансе.
• Общая задача 2-х и 3-х тел. Оптимизация вычислений.
• Разложение в эллиптическом движении. Барицентрические орбиты.
• Планетоидная задача 3-х тел. Уравнения движения. Точки либрации и их устойчивость. Астероиды и спутники-троянцы.
• Теория потенциала. Приливная деформация. Внутреннее строение спутников планет. Зона Роша. Приливные моменты сил. Приливная эволюция.
Необходимые предварительные знания и умения: курс математического анализа, курс дифференциальных уравнений, курс небесной механики, базовые навыки работы на компьютере.

**Астродинамика** (по выбору, 3 кредита)

Читает курс: доцент Базей А.А.

Курс содержит темы:
• Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Первая формула Циолковского. Строение ракеты. Характеристическая скорость.
• Выход на траекторию свободного полета. Вторая формула Циолковского. Гравитационные потери. Аэродинамические потери. Потери на управление. Благоприятные факторы ракетного старта.
• Движение в околоземном пространстве. Определение и выбор орбиты. Использование основных результатов решения задачи двух тел для определения движения в околоземном пространстве. Геоцентрическое движение. Выведение на орбиту. Невесомость. Поверхностные силы.
• Движение спутника относительно земной поверхности. Форма поверхности Земли. Трасса спутника. Трассы низких, полярных и экваториальных спутников. Трассы геосинхронных и геостационарных спутников. Возмущения движения спутника. Спуск с орбиты.
• Движение в околосолнечном пространстве. Сфера влияния планет и приближенный метод вычисления траектории межпланетного перелета.
• Относительные гравитационные возмущения. Сфера действия планеты. Сфера Хилла. Сфера тяготения планеты.
• Особенности межпланетного перелета. Движение в сфере действия Земли. Гелиоцентрическое движение вне сферы действия Земли. Гомановская траектория. Движение в сфере действия планеты-цели.
• Гравитационный маневр в поле тяготения больших планет. Условия сближения космического аппарата с внешними и внутренними планетами. Изменение механических величин во время гравитационного маневра. Угол разворота скорости. Пассивный и активный гравитационный маневр.
Необходимые предварительные знания и умения: курс математического анализа, курс дифференциальных уравнений, курс небесной механики, базовые навыки работы на компьютере.

**Методика преподавания астрономии** (обязательный, 1 кредит)

Читает курс: доцент Базей А.А.

Курс содержит темы:
• Общеобразовательное значение астрономии. Естественно-научное; мировоззренческое; культурологическое и историческое; общечеловеческое и практическое значение астрономии.
• Средства преподавания астрономии и распределение часов.
а) Лекции; семинары; практические работы; лабораторные; учебные и производственные практики.
б) Учебный план; конспект лекций; наглядные демонстрации; домашние задания; подготовка к семинарам, учебных и производственных практик.
• Лекция как основное средство получения знаний студентом. Общая полготовка преподавателя к лекции; логическая стройность лекции; история темы лекции; введение основных понятий; структурирование лекций.
Разнообразие лекций.
а) Лекция для студентов разных курсов. Курс общей астрономии (КОА) - лекция на 1-м курсе (структура, понятия, формулы); проверка понимания материала предыдущих лекций (на лекции); лекция в зависимости от характера учебного предмета (общие курсы); лекция на старших курсах (спецкурсы и взаимодействие с аудиторией); вивод формул и их анализ с использованием математической подготовки.
б) Другие свойства лекции в высших учебных заведениях. Организующие навыки лекции; междисциплинарные связи; воспитательные навыки; прививание методических навыков; наглядный пример подготовки лекции.
• Практические занятия, как основа усвоения лекционного материала. Цель практических занятий и отличия от лекционных курсов; особенности практических занятий; методы подготовки к практическим занятиям; структура выполнения заданий и отчетность; контроль выполнения заданий.
Необходимые предварительные знания и умения: курс общей астрономии, курс математического анализа, курс общей физики, базовые навыки работы на компьютере.

**Кратные звездные и планетные системы** (по выбору, 4 кредита)

Читает курс: доцент Марсакова В.И.

Курс является расширением и углублением проблематики бакалаврского ознакомительного курса «Физические переменные и двойные звезды» в области кратных звездных систем и звезд (систем звезд) с планетами. В курсе рассматриваются аналогии и различия методов исследования в случаях звездных систем и планетных систем вокруг других звезд; методы моделирования с целью получения геометрических и физических параметров этих систем; особенности эволюции кратных звездных и планетных систем, их связь с проблемами теории эволюции отдельных звезд, в том числе химически-пекулярных звезд; развитие космогонии планетных систем в связи с современными открытиями экзопланет. Основное внимание уделяется практическим навыкам оценки параметров кратных систем по данным, полученных различными астрофизическими методами, в том числе с помощью современных программных кодов.

**Теория подобия** (по выбору, 4 кредита)

Читает курс: доцент Марсакова В.И.

В курсе рассматривается методология теории подобия и анализа размерностей и применение этих методов в различных разделах астрофизики, таким как планетная астрофизика, определение основных характеристик звезд, астрофизика высоких энергий, космология.

**Ядерная астрофизика** (по выбору, 2.5 кредита)

Читает курс: старший преподаватель Мурников Б.А.

Ядерная астрофизика – один из самых молодых разделов современной астрономии – достигла больших успехов в объяснении физической природы и эволюции звезд и других объектов. Курс знакомит студентов с термоядерными реакциями, протекающими в звездах разных типов; реакциями захвата тепловых нейтронов, а также с химической эволюцией нашей Галактики в частности и Вселенной в целом. Подробно рассматриваются: реакции протон-протонного цикла, реакции CNO-цикла, реакции горячих циклов (Ne-Na, Mg-Al), термоядерный синтез в сверхновых звездах, процессы захвата медленных нейтронов, особенности химического состава звезд разных типов, а также особенности химической эволюции нашей Галактики и Вселенной в целом.

**Геофизика и физика космического пространства** (по выбору, 5 кредитов)

Читает курс: старший преподаватель Мурников Б.А.

Геофизика изучает Землю как объект физических исследований. Поскольку наша планета не изолирована во Вселенной, с геофизикой тесно связаны вопросы, касающиеся космического окружения Земли. Студенты изучают методы геофизических исследований, физические характеристики Земли, ее внутреннее устройство и внешние оболочки и физические поля, а также ее связь с другими телами и полями Солнечной системы. В учебную программу входят вопросы, касающиеся системы Земля – Луна, гравиметрии, сейсмологии, геохронологии, геомагнетизма, метеорологии, океанологии, физики Луны, физики планет Солнечной системы и межпланетного пространства, физики солнечно-земных связей. Студенты учатся определять расположение эпицентра и фокуса землетрясения, определять энергию толчков при землетрясениях, вычислять возраст горных пород по соотношениям радиоактивных изотопов, определять составляющие магнитного поля Земли по напряженности, склонению и наклонению, вычислять температуру на разных глубинах по геотермическим градиентам и решать другие задачи.