СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира

Тема 1. Естествознание и его роль в культуре. Естествознание. Естественные науки: физика, химия, биология, геология, астрономия, экология. Функции науки: объяснительная, описательная, прогностическая, мировоззренческая, систематизирующая, производственно-практическая. Дифференциация наук. Интеграция наук. Математика как язык естество-знания. Гуманитарные науки. Историчность знания. Естественнонаучная культура. Гуманитарная культура. Две культуры и взаимосвязь между ними.

Тема 2. Методология науки. Научный метод познания. Уровни научного познания: эмпирический, теоретический. Формы научного познания. Критерии научного знания: объективность, достоверность, точность, системность. Этические принципы научных исследований. Псевдонаука. Девиантная наука. Методы научного познания. Принцип верификации. Принцип фальсификации. Принцип соответствия. Область применимости теории. Соотношение абсолютной и относительной истин.

Тема 3. Естественнонаучные картины мира. Научная (естествен-нонаучная) картина мира как образно-философское обобщение достижений естественных наук. Научные картины мира: механическая, электромагнитная, неклассическая (1-я половина XX в.), современная эволюционная. Формы материи: вещество, поле, физический вакуум. Виртуальные частицы. Элементарные частицы. Атомно-молекулярное учение. Учение о составе. Учение о строении вещества. Дискретность. Континуальность. Волна как распространяющееся возмущение поля. Формы движения материи: механическая, физическая, химическая, биологическая Механическое движение, его основные характеристики: материальная точка, траектория, скорость, ускорение, путь, импульс тела, момент импульса. Эволюция как форма движения. Детерминизм. Механический детерминизм. Случайность. Вероятность. Неопределенность. Космологическая модель Фридмана. Эволюционирующая Вселенная. Полевой механизм передачи взаимодействий. Квантово-полевой механизм передачи взаимодействий. Принцип причинности. Пространство и время Аристотеля (пространство как категория места, время как мера движения). Абсолютное и относительное пространство Ньютона. Абсолютное и относительное время Ньютона. Мировой эфир. Опыт Майкельсона-Морли. Инвариантность скорости света. Единство пространства и времени как формы существования движущейся материи в современной научной картине мира.

Раздел 2. Пространство, время, симметрия

Тема 1. Принципы симметрии, законы сохранения. Понятие симметрии в естествознании. Изотропность. Анизотропия. Инвариантность. Однородность. Простейшие симметрии (асимметрии) пространства и времени и связанные с ними законы сохранения (несохранения). Теорема Нетер. Симметрии природных объектов. Виды симметрий: геометрические, динамические, калибровочные. Эволюция как цепочка нарушений симметрии. Симметрия и асимметрия живого

Тема 2. Специальная и общая теории относительности. Специальная теория относительности (СТО). Принцип относительности Галилея. Принципы СТО: принцип относительности, инвариантность скорости света. Следствия СТО. Ограничение применимости принципа постоянства скорости света.

Общая теория относительности (ОТО): распространение принципа относительности на неинерциальные системы отсчета. Принцип эквивалентности гравитационного поля и сил инерции. Эмпирические доказательства ОТО: отклонение луча в поле тяготения Солнца, изменение частоты электромагнитной волны в поле тяготения, смещение перигелия орбиты Меркурия.

Раздел 3. Уровни и системная организация материи

Тема 1. Микро-, макро-, мегамиры. Критерии деления на микромир, макромир и мегамир. Структуры мегамира: звезды, планетные системы, галактики. Пространственные масштабы Вселенной. Единицы измерения расстояний в мегамире: астрономическая единица, световой год, парсек.

Временные масштабы Вселенной. Явления, позволившие оценить время существования Вселенной: эффект Доплера, закон Хаббла. Характеристики звезд. Спектр электромагнитных излучений (радиоволны, инфракрасный, видимый ультрафиолетовый диапазоны, рентгеновское и гамма-излучение). Вселенная, Метагалактика. Крупномасштабная структура Вселенной. Однородность и изотропность Вселенной. Скопления и сверхскопления галактик. Квазары. Состав Солнечной системы: планеты, спутники планет, астероиды, кометы, метеороиды, магнитные поля, пылевая материя, солнечный ветер и космические лучи. Планета земной группы. Планеты-гиганты. Пояс астероидов. Облако Орта. Пояс Койпера. Созвездия. Звезды. Источники энергии звезд: термоядерный синтез и энергия гравитационного сжатия. Планетарные туманности. Гиганты и сверхгиганты. Черные дыры.

Тема 2. Космогония. Геологическая эволюция. Космогония. Эргодическая гипотеза. Распределение звезд по спектрам и светимостям (диаграмма Герцшпрунга – Рессела). Спектры звезд, энергия звезд. Этапы образования звезды. Этапы эволюции звезд. Солнце – звезда нашей планетной системы. Модель внутреннего строения Солнца. Комплекс солнечной активности. Циклы солнечной активности, признаки усиления солнечной активности и причины. Солнечное излучение, солнечный ветер, солнечно-земные связи. Магнитные поля Солнца и планет. Оценка возраста Солнца, Земли и планет. Гипотезы о происхождении Солнца и планет: гипотеза Канта – Лапласа, гипотеза О.Ю. Шмидта. Планета Земля, ее форма, химический состав. Магнитосфера Земли, структура магнитного поля, движения магнитных полюсов. Электрическое поле Земли, электромагнитные вращения в ядре Земли и процессы на поверхности. Земная кора и ее эволюция (геологическая история). Литосферные плиты, плавающие на верхней мантии – астеносфере. Океаническая и континентальная земная кора, связь ее эволюции с эволюцией живого на ней. Возникновение океанов и атмосферы. Атмосфера Земли, ее структура, химический состав. Озоновый слой и причины его изменения. Климат Земли. Гидросфера Земли. Фрактальная геометрия природы. Возникновение биосферы как результат геологической эволюции Земли.

Тема 3. Организация материи на физическом уровне. Фундаментальные и элементарные частицы. Основные характеристики элементарных частиц: масса, заряд, спин, время жизни. Классификация элементарных частиц: по массе покоя (фотоны, лептоны, мезоны, барионы), по времени жизни: стабильные (протон, электрон, нейтрино и их античастицы) и нестабильные (свободный нейтрон, резонансы). Способность элементарных частиц к взаимным превращениям, не нарушающим законов сохранения. Физическое поле как совокупность виртуальных частиц. Тождественность частиц. Вакуум как состояние поля с наименьшей энергией, состоящее из виртуальных частиц.

Тема 4. Развитие представлений о взаимодействии. Фундаментальные взаимодействия: гравитационное, слабое, электромаг-нитное, сильное. Характеристики фундаментальных взаимодействий. 3-й закон Ньютона. Переносчики фундаментальных взаимодействий. Сила как характеристика взаимодействия. Дальнодействие. Близкодействие. Полевой механизм передачи взаимодействий. Квантово-полевой механизм передачи взаимодействий. Принцип суперпозиции.

Тема 5. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношения неопре-деленностей. Волновые свойства света: интерференция, дифракция, поляри-зация. Корпускулярные свойства света: фотоэффект. Корпускулярно-волновой дуализм как всеобщее свойство материи. Де Бройль: общая идея и формула связи между импульсом частицы и ее длиной волны. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Электронный микроскоп. Соотношение неопределенностей координата-импульс (скорость). Соотношение неопределенностей энергия-время. Соотношения неопреде-ленностей как следствие невозможности невозмущающих измерений. Соотношения неопределенностей как результат квантовых флуктуаций. Экспериментальные доказательства сложной структуры вакуума: эффект Казимира, рождение электрон-позитронных пар в электрическом поле.

Тема 6. Принцип дополнительности. Корпускулярно-волновой дуа-лизм. Принцип дополнительности в квантовой механике. Измерение в квантовой механике как результат взаимодействия микрообъекта с макроприбором. Невозможность невозмущающих измерений. Физические величины, имеющие определенное значение в данном состоянии. Физические величины, не имеющие определенного значения в данном состоянии. Принцип дополнительности в широком смысле как необходимость несовместимых, но взаимодополняющих точек зрения для полного понимания предмета или процесса.

Тема 7. Энтропия системы. Формы энергии: тепловая, химическая, механическая, электрическая. Первый закон термодинамики. Замкнутая (изолированная) система и незамкнутая (открытая) система. Термодина-мическое равновесие. Второй закон термодинамики как принцип возрастания энтропии в замкнутых системах. Энтропия как физический индикатор направления времени. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия как измеряемая физическая величина (приведенная теплота). Изменение энтропии тел при теплообмене между ними. Второй закон термодинамики как принцип направленности теплообмена. Качество (ценность) энергии. Высококачественные формы энергии: механическая, электрическая. Низкокачественная форма энергии: теплота. Понижение качества тепловой энергии с понижением температуры. Энтропия как мера некачественности энергии. Второй закон термодинамики как принцип неизбежного понижения качества энергии. Энтропия как мера молекулярного беспорядка. Статистическая природа второго начала термодинамики. Второй закон термодинамики как принцип нарастания беспорядка и разрушения структур. Энтропия как мера отсутствия информации.

Тема 8. Организация материи на химическом уровне. Химический элемент. Атом. Изотопы. Эволюция представлений о строении атома. Квантово-механическая модель строения атома. Молекула как квантово-химическая система. Вещество. Катализаторы. Биокатализаторы (ферменты). Полимеры. Мономеры. Периодическая система. Периодический закон Д. И. Менделеева. Химический процесс. Тепловые эффекты процессов (экзо-, эндотермические). Понятие о химической кинетике. Факторы, влияющие на реакционную способность веществ: влияние концентрации, закон действующих масс. Факторы, влияющие на реакционную способность веществ: влияние температуры, правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Факторы, влияющие на реакционную способность веществ: катализ. Понятие об автокатализе. Катализ ферментативный. Эволюционная химия. Динамическое равновесие (химическое и фазовое). Принцип Ле Шателье.

Тема 9. Особенности биологического уровня организации материи. Системность живого. Иерархическая организация живого: клетка – единица живого. Иерархическая организация живого: популяция, вид, биоценоз, биогеоценоз, биосфера. Химический состав живого: атом углерода – главный элемент живого, его уникальные особенности, вода, ее роль в живых организмах, особенности органических биополимеров. Асимметричность (хиральность) молекул живого. Открытость живых систем. Обмен веществ и энергии. Самовоспроизведение. Гомеостаз как относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды живой системы. Каталити-ческий характер химии живого. Целостность живых систем, которая проявляется во взаимодействии, согласованном функционировании всех уровней организации живого. Полипептиды как предшественники белков. Белки как высокомолекулярные соединения с особым комплексом свойств. Аминокислоты – мономеры белков. Функции белков. Липиды и их функции. Углеводы и их функции. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды) - ДНК, РНК. Азотистые основания. Комплементарность, комплементарные пары азотистых оснований. Комплементарность цепей ДНК. Функции нуклеиновых кислот и процессы редупликации, транскрипции, трансляции. Генетический код. Кодон. Свойства генетического кода: триплетность, вырожденность, однозначность, универсальность, отсутствие знаков препинания между триплетами (кодонами).

Тема 10. Происхождение жизни. Первичная атмосфера Земли. Абиогенный синтез. Первичный бульон. Понятие о биологических мембра-нах. Коацерваты. Гетеротрофы. Автотрофы. Анаэробы. Аэробы. Прокариоты. Эукариоты. Голобиоз. Генобиоз. Исторические концепции происхождения жизни: креационизм, гипотеза панспермии, однократный абиогенез, постоянное самозарождение, стационарное состояние.

Тема 11. Биологический эволюционизм. Эволюция, ее атрибуты: самопроизвольность, необратимость, направленность. Биологическая эволюция. Эволюционная концепция Ламарка. Дарвинизм. Сальтационизм. Синтетическая теория эволюции. Молекулярная эволюция. Генофонд. Элементарная эволюционная структура – популяция. Элементарный наследственный материал – генофонд популяции. Элементарное явление эволюции – изменение генофонда популяции. Элементарные эволюционные факторы: мутационный процесс, популяционные волны, изоляция, естественный отбор. Борьба за существование. Формы отбора: движущий, стабилизирующий, дизруптивный. Микроэволюция. Макроэволюция. Дивергенция.

Раздел 4. Порядок и беспорядок в природе

Тема 1. Механический детерминизм. Хаотическое поведение

динамических систем. Детерминизм. Механистический детерминизм. Лапласова формулировка механического детерминизма. Траектория. Состояние (физической системы). Начальное состояние. Динамическая система. Устойчивое и неустойчивое движение. Динамический хаос. Примеры систем с динамическим хаосом: планетные системы, погода и климат, турбулентность, фондовые рынки. Отличие хаоса от беспорядка.

Тема 2. Динамические и статистические теории. Вероятность. Случайность. Статистическая закономерность. Среднее значение. Молекулярно-кинетическая теория. Распределение (Максвелла) молекул по скоростям.

Статистическое описание состояния. Флуктуация. Квантово -механическое состояние. Волновая функция. Статистический характер квантового описа-ния природы. Динамическая теория. Статистическая теория. Фундамен-тальная теория. Примеры фундаментальных динамических теорий: меха-ника, электродинамика, термодинамика, теория относительности, эволю-ционная теория Ламарка, теория химического строения. Примеры фунда-ментальных статистических теорий: молекулярно-кинетическая теория, квантовая механика и другие, квантовые теории, эволюционная теория Дарвина, молекулярная генетика. Принцип соответствия: статистические и динамические теории. Динамические теории как приближение и упрощение более точных статистических теорий.

Тема 3. Закономерности самоорганизации. Синергетика - теория самоорганизации. Синергетика - междисциплинарное направление исследований. Самоорганизация (в природных и социальных системах). Примеры самоорганизации в простейших системах: лазерное излучение, ячейки Бенара, реакция Белоусова-Жаботинского, спиральные волны. Неравновесная система. Потоки (вещества, энергии, заряда и т.д.) в неравновесных системах. Необходимые условия самоорганизации: неравновесность и нелинейность. Управляющий параметр. Пороговый характер (внезапность) самоорганизации. Точка бифуркации как момент кризиса, потери устойчивости. Рост флуктуаций вблизи точки бифуркации (теоретическое положение и примеры). Стабилизация флуктуаций за точкой бифуркации (порядок из хаоса). Синхронизация частей системы в результате самоорганизации. Невозможность точного прогноза будущего за точкой бифуркации. Понижение энтропии системы при самоорганизации. Повышение энтропии окружающей среды при самоорганизации. Диссипация (рассеяние) энергии в неравновесной системе. Диссипативная структура. Универсальный эволюционизм как научная программа современности, его цели. Принципы универсального эволюционизма: всё существует в развитии; объективность и познаваемость процессов самоорганизации; законы природы как принципы отбора допустимых состояний из всех мыслимых; фундаментальная и неустранимая роль случайности и неопределенности; развитие как чередование медленных количественных и быстрых качественных изменений (бифуркаций); непредсказуемость пути выхода из точки бифуркации (прошлое влияет на будущее, но не определяет его); устойчивость и надежность природных систем как результат их постоянного обновления; коэволюция развивающейся системы и окружающей среды.

Раздел 5. Биосфера и человек

Тема 1. Экосистемы. Понятие экосистемы. Элементы экосистем (биотоп, биоценоз). Биотическая структура экосистем: продуценты, консументы, редуценты. Виды природных экосистем (озеро, лес, пустыня, тундра, океан, биосфера). Пищевые (трофические) цепи, пирамиды. Энергетические потоки в экосистемах, правило 10%. Экологические факторы: биотические и абиотические факторы, антропогенные факторы Формы биотических отношений (хищник-жертва, паразитизм, нейтрализм). Пределы толерантности. Среда обитания и экологическая ниша.

Тема 2. Биосфера. Биосфера. Вещество: живое, косное, биогенное. Геохимические функции живого вещества: газовая, концентрационная, деструктивная, средообразующая, энергетическая. Биогенная миграция атомов химических элементов. Биогеохимические принципы миграции: стремление к максимуму проявления. Биогеохимические принципы миграции: эволюция видов, увеличивающих биогенную миграцию. Влияние космических факторов на биосферу: радиационный фон, магнитное поле, фоновое излучение, солнечно-земные связи (гелиобиология).

Тема 3. Ноосфера. Ноосфера - рождение и развитие. Взгляды Т. де Шардена и В.И.Вернадского. Эволюция биосферы, геосферы. Разум как планетарное явление. Будущее Земли и человечества.

СОДЕРЖАНИЕ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Занятие 1. Исторические этапы развития естествознания.

Вопросы для обсуждения:

1. Возникновение науки. Наука и «преднаука».

2. Натурфилософия и наука в эпоху античности, средневековья и Возрождения.

3. Особенности классической науки.

4. Естествознание ХХ века: неклассика и постнеклассика

Занятие 2. Естественнонаучная картина мира как целостный обобщенный образ природы.

Вопросы для обсуждения:

Понятие «научная картина мира» (НКМ). Научная исследовательская программа и научная картина мира.

Исторические типы и виды НКМ.

НКМ и научные теории.

Картина мира, научная парадигма и научная революция.

Человек в научной картине мира.

Занятие 3. Формирование научных программ (математическая,

атомистическая, континуальная).

Вопросы для обсуждения:

1. Идеи Милетской школа (Фалес).

2. Идеи мыслителей Элейской школы (Ксенофан, Парменид, Зенон).

3. Идеи Пифагорейский школы. Пустота и атомы (Левкипп, Демокрит). 4. Аристотелевская научная программа: единая первостихия, отсутствие пустоты в природе, континуальная программа.

5. Развитие атомистической исследовательской программы (Бойль, Ньютон, Резерфорд, Бор). Принцип дальнодействия и корпускулы Ньютона.

6. Развитие континуальной исследовательской программы: принцип близкодействия и понятие физического поля (Фарадей, Максвелл, Герц).

Занятие 4. Эволюция представлений о пространстве и времени.

1. Пространство и время Аристотеля.

2. Абсолютное и относительное пространство, абсолютное и относительное время Ньютона

3. Единство пространства и времени как формы существования движущейся материи в современной научной картине мира.

Занятие 5. Взаимосвязь структурных уровней организации материи.

Системность природы. Многообразие систем.

Иерархичность природы и систем.

Аддитивные свойства (аддитивность). Интегративные свойства (интегративность). Витализм. Редукционизм.

Взаимосвязь уровней организации материи: физического, химического, биологического.

Занятие 6. Микро-, макро- и мегамир: единство и различие.

Вопросы для обсуждения:

Проблема изучения физической реальности «вширь» и «вглубь».

Развитие представлений о фундаментальных типах взаимодействий.

Концепция супервзаимодействия и единство физического знания.

История становления космологических и космогонических знаний.

Идея глобального эволюционизма и антропный принцип.

Занятие 7. Основы строения и превращения материи.

Вопросы для обсуждения:

Структурные уровни организации материи в микромире.

Корпускулярные и континуальные теории в истории изучения микромира.

Концепции микромира в электромагнитной картине мира.

Концепции микромира в квантово-полевой картине мира.

Особенности поведения микрообъектов в пространстве и времени (принцип неопределенности, дополнительности, корпускулярно-волновой дуализм).

Мир элементарных частиц: переносчики взаимодействий, частицы вещества.

Теория кваркового строения. Крантовая хромодинамика.