**Рабочая программа межфакультетского курса**

**«**Статистика, хаос, фрактальность – три кита современных междисциплинарных и трансдисциплинарных технологий**»**

(**«**Statistics, chaos, fractality - three pillars of modern interdisciplinary and transdisciplinary technologies**»)**

Аннотация курса

В настоящее время междисциплинарные исследования ведутся широким фронтом в различных областях современной науки. Сложились предпосылки, согласно которым саму междисциплинарность следует рассматривать как самостоятельное научное направление. Предметом выполняемых в рамках этого направления исследований является изучение наиболее общих законов развития природных и социальных систем на основе конвергенции знаний и создания сообщества профессиональных исследователей-универсалов. Сейчас можно говорить о формировании своего оригинального теоретического и практического инструментария междисциплинарных исследований. В качестве наиболее общих и универсальных представлений, на которые ориентируется понятийный аппарат междисциплинарности следует отметить базисные положения математической статистики, теории динамического хаоса и фрактальности. Благодаря универсальности методов, использующих указанные представления, появилась возможность сформировать трансдисциплинарный блок исследований, связывающий между собой качественно различающиеся области знаний. В частности, часть реализующихся проектов включают методы как естественных, так и гуманитарных наук.

В курсе последовательно излагаются адаптированные к восприятию студентов разной специализации и различной степени подготовленности положения математической статистики, теорий хаоса и фракталов, которые наиболее часто используются при проведении междисциплинарных исследований. Приводятся примеры постановки таких исследований и их результатов. Особое внимание уделено работам трансдисциплинарного характера. Их тематика касается, в частности, физической интерпретации категории красоты, рассматриваемой обычно в рамках эстетики, а также разработке биофизического объяснения эффективности используемой в медицине фрактальной арттерапии. В качестве продолжения темы фрактальности дана характеристика феномену Золотого сечения. В курсе рассматриваются также вопросы отражения междисциплинарности в учебном процессе

Объём курса — 30 часов. Он состоит из 12-ти лекций, 6 часов отводится для самостоятельной работы. Темы лекций и их последовательность представлены в программе.

Цель курса

Овладение студентами современными профессиональными знаниями об особенностях постановки междисциплинарных исследований, об основных тенденциях их развития, о практической значимости получаемых результатов.

Задачи курса

Знакомство с методическими и методологическими аспектами организации междисциплинарных исследований.

Изучение основ математической статистики, знакомство с теорией фракталов и природой динамического хаоса.

Приобретение навыков применения инструментария междисциплинарных исследований в смежных областях естественных наук.

Освоение подходов к реализации трансдисциплинарных технологий, использующих физические методы в медикобиологических и гуманитарных областях.

Содержание курса по лекциям

Лекция 1. Методические и методологические аспекты междисциплинарности.

Конвергенция знаний. Трансформация стиля научного мышления. Междисциплинарность как самостоятельное научное направление. Особенности постановки междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований.

Лекция 2. Элементы математической статистики.

Общие сведения о случайных процессах и полях. Распределения случайных величин, моменты и характеристические функции случайного процесса различных порядков. Корреляционные функции. Спектральное представление. Теорема Винера-Хинчина. Центральная предельная теорема и ее приложения.

Лекция 3. Применение статистических методов.

Анализ прохождение излучения через случайно неоднородные среды. Атмосферные оптические линии связи. Регистрация фотоотсчетов. Спекл-эффекты. Роль статистики при обработке наблюдений. Обнаружение периодического сигнала в условиях помех.

Лекция 4. Основы фрактальных представлений.

Понятие фрактала. Фрактальная размерность. Регулярные и нерегулярные случайные фракталы. Траектория броуновского движения. Мультифракталы. Фракталы в искусстве и природе.

Лекция 5. Фракталы в обработке информации.

Фрактальный анализ сложных процессов. Параметр Херста. Персистентность и антиперсистентность. Применение методов фрактального анализа в маркетинге.

Лекция 6. Восприятие фрактальных изображений.

Понятие о когнитивных процессах. Особенности обработки фрактальных изображений в зрительной системе человека. Роль фурье-преобразования оптических сигналов. Модельное представление фурье- образов фракталов. Скейлинг в пространственных спектрах изображений. Устойчивость пространственных спектров.

Лекция 7. Красота фракталов.

Эстетический фактор значимости научных исследований. Освещение категории красоты в трудах по эстетике. Физическая интерпретация чувства эстетического наслаждения. Роль фрактальной размерности. Особенности восприятия природных и природоподобных объектов. Фрактальная арттерапия.

Лекция 8. Общая характеристика феномена Золотого сечения.

Определение Золотого сечения. Золотые фигуры и платоновы тела. Золотое сечение и фракталы. Числа Фибоначчи. Золотое сечение в природе и искусстве.

Лекция 9. Золотое сечение как междисциплинарная технология.

Работы Кеплера. Описание квазикристаллов. Использование принципа Золотого сечения при разработке новых типов оптических элементов. Оптика лазеров. Характеристики апериодических многослойных систем. Интерпретация свойств Золотого сечения.

Лекция 10. Основные положения теории динамического хаоса.

Уравнения Лоренца. Точки бифуркаций. Фазовые диаграммы. Странные аттракторы. Аттрактор Лоренца. Размерности странных аттракторов. Основные характеристики и идентификация хаотических процессов. Показатели Ляпунова.

Лекция 11. Примеры развития хаотических процессов в различных областях человеческой деятельности. Горизонт предсказуемости. Динамика связанных осцилляторов. Переход к хаосу через Золотое сечение. Хаотическая светодинамика лазеров. Хаос в социальных процессах.

Лекция 12. Перспективы развития междисциплинарных технологий.

Роль междисциплинарности в развитии нанотехнологий. Получение, диагностика и применение наночастиц. Будущее технологии “снизу вверх”. Особенности освещения междисциплинарных исследований в учебном процессе.

Основная литература

1. *Ковальчук М.В.* Наука и жизнь: моя конвергенция. М.: ИКЦ Академкнига, 2012.

2. *Вохник О. М., Зотов А. М., Короленко П. В., Рыжикова Ю. В.* Моделирование и обработка стохастических сигналов и структур. М.: МГУ, 2013.

3. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. М.: «Институт компьютерных исследований», 2002.

4. *Короленко П.В., Грушина Н.В*. Золотое сечение и самоподобные структуры в оптике. М.: Либроком, 2010.

5. *Малинецкий Г.Г.*, Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

6. *Берже П., Помо И., Видаль К*. Порядок в хаосе. М.: Мир, 1991.

Дополнительная литература

1. *Пайтген Х.-О., Рихтер П.Х*. Красота фракталов. Образы комплексных динамических систем. М.: Мир, 1993.

2. *Ренчлер И., Херцбергер Б., Эпстайн Д., Пауль Г. и др.* Красота и мозг. Биологические аспекты эстетики. М.: Мир, 1995.

Список вопросов к зачету

1. В чем суть процесса конвергенции знаний?

2. В чем отличие постановки междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований?

3. Какой уровень флуктуационных процессов описывают нормальные и логнормальные распределения?

4. Какова процедура определения спектра случайно-изменяющейся величины?

5. Как определяется радиус корреляции случайной величины?

6. В чём причина возникновения флуктуаций в пучках электромагнитного излучения, распространяющихся в атмосфере?

7. Чем отличаются характеристики и возможности оптоволоконных и атмосферных оптических линий связи?

8. Что такое фрактал и как определяется фрактальная размерность?

9. В чем состоит физический смысл параметра Херста и понятий “персистентность и антиперсистентность”?

10. Какова структура фурье- образов фракталов?

11. Что собой представляет физическая интерпретация феномена красоты фракталов?

12. В чем заключается принцип Золотого сечения и каково его использование в междисциплинарных исследованиях?

13. Какова может быть интерпретация свойств Золотого сечения?

14. Что собой представляют основные характеристики и способы идентификации хаотических процессов?

15. Как оценивается размерность странных аттракторов?

16. Что характеризуют значения показателей Ляпунова?

17. Какова природа горизонта предсказуемости?

18. Какова роль междисциплинарности в развитии нанотехнологий?

19. С чем связано будущее нанотехнологии “снизу вверх”?

20. В чем состоят особенности освещения междисциплинарности в учебном процессе?