|  |
| --- |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное  учреждение высшего образования  Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова |

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**(межфакультетского учебного курса)**

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

Statistics, chaos, fractality - three pillars of modern interdisciplinary and transdisciplinary technologies

*наименование дисциплины*

**Уровень высшего образования:** бакалавриат, магистратура, специалитет

**Направление подготовки:** все направления

*(код и название направления)*

**Профиль (направленность) ОПОП:** все

*(название направленности)*

Форма обучения: очная

**Автор:** **Короленко П.В.**

Москва 2023

**1. Цель освоения дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

Дисциплина направлена на формирование у студента компетенций:

– способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (УК-1);

– способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития (УК-7).

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО:**

Дисциплина **«Статистика, хаос, фрактальность – три кита современных междисциплинарных и трансдисциплинарных технологий»** относится к вариативной части (естественно-научному, гуманитарному, социальному и экономическому блоку) основной профессиональной образовательной программы высшего образования по всем направлениям магистратуры, бакалавриата, специалитета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Период – **1 (один) семестр обучения**, 1 з.е. / 36 часов.

**3. Объем дисциплины составляет:**

Объем дисциплины – 1 з.е. / 36 часов, включая 24 часа на занятия лекционного типа, 12 часов на самостоятельную работу обучающегося. Вид промежуточной аттестации – **зачет**.

**4. 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 и гуманитарных наук.

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

**5. Тематический план: структура дисциплины по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в соответствии с учебным планом)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование**  **разделов и тем дисциплины,**  **Форма промежуточной**  **аттестации по дисциплине** | **Номинальные трудозатраты**  **обучающегося** | | | **Всего академических часов** | **Форма текущего контроля успеваемости[[1]](#footnote-1) \*** |
| **Контактная работа  (работа во взаимодействии с преподавателем)**  **Виды контактной работы, академические часы** | | **Самостоя-тельная**  **работа**  **обучаю-**  **щегося,**  **академи-**  **ческие**  **часы** |
| **Занятия**  **лекционного**  **типа** | **Занятия**  **семинарского**  **типа / (в**  **интерактивной форме)** |
| Тема 1. Методические и методологические аспекты междисциплинарности.  Конвергенция знаний. Трансформация стиля научного мышления. Междисциплинарность как самостоятельное научное направление. Особенности постановки междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований. | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 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. | 4 | - | 2 | 3 | КО |
| Тема 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 | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 4. Основы фрактальных представлений.  Понятие фрактала. Фрактальная размерность. Регулярные и нерегулярные случайные фракталы. Траектория броуновского движения. Мультифракталы. Фракталы в искусстве и природе. | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 5. Фракталы в обработке информации.  Фрактальный анализ сложных процессов. Параметр Херста. Персистентность и антиперсистентность. Применение методов фрактального анализа в маркетинге | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 6. Восприятие фрактальных изображений.  Понятие о когнитивных процессах. Особенности обработки фрактальных изображений в зрительной системе человека. Роль фурье-преобразования оптических сигналов. Скейлинг в пространственных спектрах изображений. Устойчивость пространственных спектров. | 4 | - | 2 | 3 | КО |
| Тема 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. | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 8. Общая характеристика феномена Золотого сечения.  Определение Золотого сечения. Связь с фрактальной геметрией. Числа Фибоначчи. Золотое сечение в природе и искусстве. Золотое сечение как междисциплинарная технология. Использование принципа Золотого сечения в научных исследованиях | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 9. Основные положения теории динамического хаоса.  Уравнения Лоренца. Точки бифуркаций. Странные аттракторы. Основные характеристики и идентификация хаотических процессов. Показатели Ляпунова. Примеры развития хаотических процессов в различных областях человеческой деятельности. | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 10. Перспективы развития междисциплинарных технологий.  Роль междисциплинарности в развитии нанотехнологий. Получение, диагностика и применение наночастиц. Будущее технологии “снизу вверх”. Значение междисциплинарных представлений в создании искусственного интеллекта. Особенности освещения междисциплинарных исследований в учебном процессе. | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Промежуточная аттестация:  **зачет** |  |  |  |  | КО, П |
| **Итого** | **24** | **-** | **12** | **36** |  |

Формы текущего контроля успеваемости – это: проверка конспектов лекций и первоисточников (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) (ПК); контрольный (устный / письменный) опрос (КО); контрольная работа (КР); правовой диктант (ПД); презентация доклада, выступления, реферата (П); тестирование (решение тестовых заданий) (Т); коллоквиум (К); решение кейсов (конкретных практических ситуационных заданий) (РК); разработка исследовательского мини-проекта, отчет по нему (ИП); аналитический обзор официальной и исследовательской статистики и аналитики (АО); деловая игра (ДИ); выступление на научно-практической конференции (ВК). Формы текущего контроля успеваемости по всем темам дисциплины сопровождаются устными индивидуальными выступлениями (В) и групповой дискуссией (обсуждение противоречивых, проблемных тем и вопросов) обучающихся (Д).

**6. Перечень вопросов для подготовки 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. Что характеризуют значения показателей Ляпунова?

16. Какова природа горизонта предсказуемости?

17. В чем состоит роль междисциплинарности в развитии нанотехнологий?

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

19. Каковы междисциплинарные аспекты создания искусственного интеллекта?

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

**7. Ресурсное обеспечение:** п**еречень основной и дополнительной литературы**

**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.

3. *Рыбалкина М.* Нанотехнологии для всех. [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru).

4. *Тьюринг А*. Может ли машина мыслить? (С приложением статьи Аж. фон Неймана Общая и логическая теория автоматов"). М.: ГИФМЛ, 1960.

**8. Преподаватель дисциплины: профессор Короленко П.В.**

1. Формы текущего контроля успеваемости – это: проверка конспектов лекций и первоисточников (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) (ПК); контрольный (устный / письменный) опрос (КО); контрольная работа (КР); правовой диктант (ПД); презентация доклада, выступления, реферата (П); тестирование (решение тестовых заданий) (Т); коллоквиум (К); решение кейсов (конкретных практических ситуационных заданий) (РК); разработка исследовательского мини-проекта, отчет по нему (ИП); аналитический обзор официальной и исследовательской статистики и аналитики (АО); деловая игра (ДИ); выступление на научно-практической конференции (ВК). Формы текущего контроля успеваемости по всем темам дисциплины сопровождаются устными индивидуальными выступлениями (В) и групповой дискуссией (обсуждение противоречивых, проблемных тем и вопросов) обучающихся (Д). [↑](#footnote-ref-1)