

## **Специальные вопросы математической физики**

### **1) Краткое содержание дисциплины.**

В рамках дисциплины «Специальные вопросы математической физики» изучаются основные закономерности колебательных процессов различной природы в системах с сосредоточенными и распределенными параметрами, а также возможность прогнозирования качественных скачков резкого изменения состояния разнообразных систем при внешних возмущениях (теория катастроф).

### **2) Кредитная стоимость дисциплины.**

9 Cr ECTS (3,0 ЗЕТ, 108 ач, включая экзамен)

### **3) Цель**

Целью изучения дисциплины является подготовка высококвалифицированных специалистов, имеющих опыт применения к реальным научным проблемам современных методов нелинейной математической физики и способных на основе полученных знаний к активной творческой работе в области современной технической физики и нанотехнологий как в научно-исследовательских учреждениях, так и в условиях промышленного производства.

Это полностью соответствует цели основной образовательной программы подготовки выпускников-магистров по направлению 223200 «Техническая физика», которой является формирование у них знаний, умений, навыков, обеспечивающих способность к самостоятельной творческой профессиональной деятельности в условиях быстро развивающихся наукоемких отраслей техники и технологии.

### **4) Результаты обучения:**

*Знания, навыки, умения:*

- знание основных представлений о роли изучаемых процессов в современной науке, технике и технологии, об истории их исследования и о выдающихся ученых, о возможных применениях в различных областях.

- знание основных закономерностей колебательных процессов в системах с сосредоточенными и распределенными параметрами, включая бифуркации и другие качественные скачки в состояниях этих систем из области физики твердого тела, лазерной физики и квантовой электроники.

- умение интегрировать дифференциальные уравнения, обыкновенные и в частных производных, описывающие нелинейные колебания, прогнозировать качественные скачки в физическом состоянии конкретных систем с управляемыми параметрами.

*Компетенции:*

ОК-2, способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, пополнению своих знаний в области современных проблем технической физики и смежных наук, готовность к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.

ПК-1, способность к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры).

ПК-2, способность демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе и те, которые находятся на передовом рубеже технической физики.

ПК-4, способность вскрыть физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественный и количественный анализ.

ПК-5, способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях.

ПК-6, способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.

ПК-7, способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств.

ПК-8, готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов.

#### **5) Содержание:**

1. Исторический обзор развития частей дисциплины: колебания, катастрофы, солитоны и метод обратной задачи рассеяния (МОЗР): ПЗ – 3 ач.
2. Основные задачи теории колебаний с конечным числом степеней свободы.: ПЗ – 6 ач, СР – 6 ач.
3. Периодические колебания и предельные циклы.: ПЗ – 6 ач, СР – 7 ач.
4. Теория особенностей отображений.: ПЗ – 7 ач, СР – 8 ач.
5. Теория катастроф, их примеры и классификация.: ПЗ – 4 ач, СР – 6 ач.
6. Теория солитонов и метод обратной задачи рассеяния.: ПЗ – 10 ач, СР – 9 ач.
7. Экзамен: 36 ач.

#### **6) Пререквизиты:**

Изучение дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Прикладная физика», «Математическая физика» предшествующей бакалаврской подготовки.

Результаты изучения дисциплины используются при изучении, ряда дисциплин вариативной части профессионального цикла, при проведении НИРМ, при подготовке магистерской диссертации и для быстрой адаптации в первичной должности и дальнейшего профессионального роста выпускника, работающего в области современных наукоемких технологий.

#### **7) Основной учебник**

- Лекции по уравнениям и методам математической физики / А.Ф. Никифоров — Долгопрудный Интеллект, 2009.
- Методы нелинейной математической физики / Н.А. Кудряшов — Долгопрудный Интеллект, 2010.

#### **8) Дополнительная литература**

- Солитоны и нелинейные волновые уравнения / Р. Додд, Дж. Эйлбек, Дж. Гиббон, Х. Моррис — Москва: Мир, 1988.
- Теория катастроф / В.И. Арнольд — Москва: Едиториал УРСС, 2004.
- Солитоны и метод обратной задачи / М. Абловиц, Х. Сигур — Москва: Мир, 1987

#### **9) Координатор:**

Профессор, д.ф.-м.н. Ю.К. Голиков.

#### **10) Использование компьютера:**

Компьютер используется на практических занятиях, а также при выполнении самостоятельной работы по всем разделам дисциплины.

#### **11) Лабораторные работы и проекты**

Лабораторные работы и проекты учебным планом не предусмотрены.

Оценка выставляется по результатам устного ответа на экзамене на 2 вопроса экзаменационного билета.

#### **Экзаменационные вопросы**

1. Уравнения Лагранжа. Периодические решения..
2. Потенциальная энергия с параметрами.
3. Связь теории солитонов с квантовой механикой.
4. Фазовое пространство. Интегральная кривая..
5. Периодическое и аperiodическое движение.
6. Простые и сложные колебания.

7. Резонанс в линейных системах.
8. Канонический вид линейного уравнения 2-го порядка с переменными коэффициентами.
9. Характеристические показатели и мультипликаторы.
10. Метод Пуанкаре.
11. Интеграл Ляпунова.
12. Вывод условий периодического движения.
13. Метод малого параметра.
14. Алгоритм построения предельного цикла.
15. Уравнение генератора.
16. Быстрое и медленное движение.
17. Критические точки функций многих переменных.
18. Устойчивость особенностей.
19. Вырождение точки.
20. Отображения : топологические и аналитические.
21. Теорема Уитни. Складки и сборки Уитни.
22. Переходы между состояниями упругих систем.
23. Машина катастроф К. Зимана.
24. Варианты машин катастроф.
25. Устойчивые особенности с параметрами.
26. Таблица особенностей Р. Тома с аналитическим описанием.
27. Уравнение КДФ.
28. Общая идея солитона.
29. Подстановка Коула-Хопфа.
30. Решения в виде суммы 2, 3 и т.д. солитонов.
31. Уравнение модифицированное КДФ.
32. Решение нелинейных уравнений методом МОЗР.