

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный социально-педагогический университет»
Факультет математики, информатики и физики
Кафедра высшей математики и физики



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Ю. А. Жадаев

2021 г.

Физика критических и нелинейных явлений

Программа учебной дисциплины

Направление 44.04.01 «Педагогическое образование»

Профиль «Научно-исследовательская деятельность в физико-математическом
образовании»

очная форма обучения

Волгоград
2021

Обсуждена на заседании кафедры высшей математики и физики
« 22 » 12 2020 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой _____ « 22 » 12 2020 г.
(подпись) Глазов СЮ (зав. кафедрой) (дата)

Рассмотрена и одобрена на заседании учёного совета факультета математики, информатики и физики « 16 » 02 2021 г., протокол № 5

Председатель учёного совета Синикова ТК « 16 » 02 2021 г.
(подпись) (дата)

Утверждена на заседании учёного совета ФГБОУ ВО «ВГСПУ»
« 29 » 03 2021 г., протокол № 6

Отметки о внесении изменений в программу:

Лист изменений № _____ (подпись) _____ (руководитель ОПОП) _____ (дата)

Лист изменений № _____ (подпись) _____ (руководитель ОПОП) _____ (дата)

Лист изменений № _____ (подпись) _____ (руководитель ОПОП) _____ (дата)

Разработчики:

Маглеванный Илья Иванович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ".

Программа дисциплины «Физика критических и нелинейных явлений» соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование» (утверждён приказом Министерства образования и науки от 22 февраля 2018 г. № 126) и базовому учебному плану по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование» (профиль «Научно-исследовательская деятельность в физико-математическом образовании»), утверждённому Учёным советом ФГБОУ ВО «ВГСПУ» (от 29 марта 2021 г., протокол № 6).

1. Цель освоения дисциплины

Сформировать систему знаний в области физики критических и нелинейных явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика критических и нелинейных явлений» относится к вариативной части блока дисциплин и является дисциплиной по выбору.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для прохождения практики «Производственная практика (преддипломная практика)».

3. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способен внедрять в образовательный процесс полученные результаты собственных исследований или наиболее значимые результаты по направлениям, близким к научным интересам магистранта (ПКР-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать

- основные положения теоретической механики;
- методы анализа фазовых портретов на фазовой плоскости;
- методы анализа бифуркаций нелинейных систем;
- методы анализа устойчивости движения;
- основные понятия теории катастроф;
- основные понятия теории динамического хаоса;
- современные тенденции анализа нелинейных явлений;

уметь

- использовать различные формулировки общих законов механики для решения практических задач;
- строить фазовые портреты на прямой и плоскости;
- проводить качественный анализ динамики нелинейных систем;
- проводить анализ устойчивости движения;
- проводить анализ бифуркаций положений равновесия (катастроф);
- проводить численный анализ хаотических режимов;
- строить математические модели нелинейных систем на основе фундаментальных законов природы;

владеть

- приемами практического использования уравнений механики;
- приемами практического построения фазовых портретов линейных динамических систем;
- приемами практического построения фазовых портретов нелинейных динамических систем;
- приемами численного анализа устойчивости движения;
- приемами численного анализа катастроф;

- приемами численного анализа хаотических режимов;
- приемами практического использования нелинейных математических моделей.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	16	16
В том числе:		
Лекции (Л)	–	–
Практические занятия (ПЗ)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	52	52
Контроль	4	4
Вид промежуточной аттестации		–
Общая трудоемкость	часы	72
	зачётные единицы	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Уравнения механики	Различные формулировки общих законов механики: уравнения Ньютона, Лагранжа и Гамильтона. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса. Кинетическая и потенциальная энергия. Консервативные и диссипативные системы.
2	Линейная динамика на фазовой плоскости	Динамические системы в конечномерном фазовом пространстве. Фазовые точки, фазовые траектории и интегральные кривые. Линейные динамические системы на фазовой плоскости, имеющие стационарную точку. Типы фазовых портретов: центр, седло (консервативные системы), узел, фокус (диссипативные системы). Сепаратрисы седла. Тип стационарной точки: устойчивая (аттрактор), неустойчивая (репеллер).
3	Нелинейная динамика на фазовой плоскости	Линеаризация уравнений движения в малых окрестностях стационарных точек, условия нарушения устойчивости стационарной точки. Бифуркация Андронова-Хопфа рождения предельного цикла. Метод медленно меняющейся амплитуды и метод усреднения. Бифуркация одновременного рождения (исчезновения) устойчивого и неустойчивого циклов. «Мягкий» и «жесткий» режимы рождения колебаний. Гистерезис.
4	Устойчивость движения	Устойчивость и асимптотическая устойчивость движения (по Ляпунову). Орбитальная устойчивость. Неустойчивость. Сближающиеся и разбегающиеся фазовые траектории. Седловые траектории. Максимальный показатель и полный спектр

		показателей Ляпунова. Определение консервативной и диссипативной систем. Частные случаи: гармонический осциллятор, гамильтоновы уравнения (теорема Лиувилля), осциллятор Ван дер Поля. Теорема Пуанкаре-Бендиксона, индексы Пуанкаре и топология фазовой плоскости.
5	Структурная устойчивость	Топологические перестройки фазового портрета. Стационарные состояния систем, описываемых потенциалом. Грубые и негрубые системы. Катастрофа сборки. Грубые и негрубые семейства динамических систем с различным числом управляющих параметров. Диффеоморфизмы. Обзор понятий и методов теории катастроф.
6	Хаотическая динамика	Турбулентные течения в жидкостях и газах. Модель Лоренца: диссипативность, ограниченность области движения, стационарные точки. Результаты численного моделирования: последовательность бифуркаций. Странный аттрактор, его геометрическая форма и самоподобная (фрактальная) структура.
7	Физика нелинейных систем	Обзор современного состояния физики нелинейных явлений.

5.2. Количество часов и виды учебных занятий по разделам дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего
1	Уравнения механики	–	–	2	7	9
2	Линейная динамика на фазовой плоскости	–	–	2	7	9
3	Нелинейная динамика на фазовой плоскости	–	–	2	7	9
4	Устойчивость движения	–	–	2	7	9
5	Структурная устойчивость	–	–	2	7	9
6	Хаотическая динамика	–	–	4	10	14
7	Физика нелинейных систем	–	–	2	7	9

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

6.1. Основная литература

1. Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах / С. А. Гриднев, Ю. Е. Калинин, А. В. Ситников, О. В. Стогней. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 353 с. — ISBN 978-5-00101-853-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/4605.html> (дата обращения: 08.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Нелинейность. От колебаний к хаосу : задачи и учебные программы / А. П. Кузнецов, С. П. Кузнецов, Н. М. Рыскин, О. Б. Исаева. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2006. — 188 с. — ISBN 5-93972-514-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16576.html> (дата обращения: 08.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Современные проблемы хаоса и нелинейности / К. Симо, Х. Бур, Дж. Джервер [и

др.] ; перевод А. В. Борисов, А. А. Килин. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. — 304 с. — ISBN 5-93972-099-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/17655.html> (дата обращения: 08.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6.2. Дополнительная литература

1. Белоненко, М. Б. Физика. Электронные, физические и нелинейные свойства углеродных нанотрубок : учебное пособие / М. Б. Белоненко, Е. В. Демушкина, Н. Г. Лебедев. — Волгоград : Волгоградский институт бизнеса, 2007. — 231 с. — ISBN 978-5-9061-7253-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11360.html> (дата обращения: 08.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве / В. И. Аршинов, Е. В. Белоногова, В. Г. Буданов [и др.] ; под редакцией В. А. Копчик. — Москва : Прогресс-Традиция, 2002. — 496 с. — ISBN 5-89826-116-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/27880.html> (дата обращения: 08.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7. Ресурсы Интернета

Перечень ресурсов Интернета, необходимых для освоения дисциплины:

1. Интернет-университет информационных технологий INTUIT.ru. - URL: <http://www.intuit.ru/>.
2. Офисный пакет Open Office.

8. Информационные технологии и программное обеспечение

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

1. Система программирования C++.
2. Microsoft Visual Studio.
3. Офисный пакет Open Office.

9. Материально-техническая база

Для проведения учебных занятий по дисциплине «Физика критических и нелинейных явлений» необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

1. Компьютерный класс - ауд. 2215.
2. Аудитория с мультимедийной поддержкой - ауд. 2207.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Физика критических и нелинейных явлений» относится к вариативной части блока дисциплин и является дисциплиной по выбору. Программой дисциплины предусмотрено проведение лабораторных работ. Промежуточная аттестация проводится в форме .

Лабораторная работа представляет собой особый вид индивидуальных практических занятий обучающихся, в ходе которых используются теоретические знания на практике,

применяются специальные технические средства, различные инструменты и оборудование. Такие работы призваны углубить профессиональные знания обучающихся, сформировать умения и навыки практической работы в соответствующей отрасли наук. В процессе лабораторной работы обучающийся изучает практическую реализацию тех или иных процессов, сопоставляет полученные результаты с положениями теории, осуществляет интерпретацию результатов работы, оценивает возможность применения полученных знаний на практике.

При подготовке к лабораторным работам следует внимательно ознакомиться с теоретическим материалом по изучаемым темам. Необходимым условием допуска к лабораторным работам, предполагающим использованием специального оборудования и материалов, является освоение правил безопасного поведения при проведении соответствующих работ. В ходе самой работы необходимо строго придерживаться плана работы, предложенного преподавателем, фиксировать промежуточные результаты работы для отчета по лабораторной работе.

Контроль за качеством обучения и ходом освоения дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Рейтинговая система предполагает 100-балльную оценку успеваемости студента по учебной дисциплине в течение семестра, 60 из которых отводится на текущий контроль, а 40 – на промежуточную аттестацию по дисциплине. Критериальная база рейтинговой оценки, типовые контрольные задания, а также методические материалы по их применению описаны в фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к данной программе.

11. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства.

Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям, а также изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины. Такая работа может предполагать проработку теоретического материала, работу с научной литературой, выполнение практических заданий, подготовку ко всем видам контрольных испытаний, выполнение творческих работ.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине представлено в рабочей программе и включает в себя:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- информационно-справочные и образовательные ресурсы Интернета;
- оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Конкретные рекомендации по планированию и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Физика критических и нелинейных явлений» представлены в методических указаниях для обучающихся, а также в методических материалах фондов оценочных средств.

12. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств, включающий перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы является приложением к программе учебной дисциплины.

