

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.03.03 Радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Фундаментальная радиофизика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД |
|------------|--|--|
| 3 | ФТД. Факультативы | Дисциплина <i>ФТД.02, компьютерное моделирование</i> является факультативом в ООП направления подготовки <i>03.03.03 Радиофизика..</i> |

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| № п/п | Код компетенции * | Содержание компетенции | Планируемые результаты обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------|---|--|--|--------------------------------------|
| 1. | ПК-3 этап освоения заключительный | Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | Знать методы и подходы решения задач изучения нелинейных динамических систем на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. | Собеседование |
| | | | Уметь применять методы изучения нелинейных динамических систем на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. | Собеседование |
| | | | Владеть аппаратом теории нелинейных колебаний на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. | Собеседование |
| | | | Мотивация (личностное отношение) | Собеседование, контроль посещаемости |
| 2. | ПК-2 этап освоения заключительный | Способностью использовать основные методы радиофизических измерений | Знать методы радиофизических измерений нелинейных колебательных процессов. | Собеседование |
| | | | Уметь измерять характеристики колебательных процессов. | 3 Собеседование |
| | | | Владеть методами измерений нелинейных колебательных процессов | Собеседование |

| | | | | |
|--|--|--|----------------------------------|---|
| | | | Мотивация (личностное отношение) | Собеседование, контроль посещаемости, качество выполнения заданий |
|--|--|--|----------------------------------|---|

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | |
|---|-----------------------------|
| | очная форма обучения |
| Общая трудоемкость | 2 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 72 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 32 |
| самостоятельная работа | 39 |
| КСР | 1 |
| Промежуточная аттестация – зачет | |

3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе | | | | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы | |
|---|--------------|--|---------|-------|--------------|---------|---------------------------|--------------|---------|----------------------------|--------------|---------|-------|--------------|---------|---|---|--|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Занятия лекционного типа | | | | | Занятия семинарского типа | | | Занятия лабораторного типа | | | Всего | | | | | |
| | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | Очная | Очно-заочная | Заочная | | | |
| Исследование | 12 | | | | | | 6 | | | | | | 6 | | | 6 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----|--|--|---|--|----|--|--|--|--|---|--|--|----|--|--|--|
| состояний равновесия многомерных нелинейных динамических систем и бифуркаций | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Исследования нелинейных динамических моделей путем построения проекций фазовых траекторий и временных реализаций. | 9 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | 5 | | | |
| Исследования нелинейных динамических моделей методом отображения Пуанкаре | 8 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | 4 | | | |
| Исследование периодических движения многомерных динамических систем и их бифуркации. | 10 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | 6 | | | |
| Исследование гомоклинически х и гетероклиничес кие бифуркаций динамических систем | 9 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | 5 | | | |
| Странные аттракторы и способы их исследования | 9 | | | | | 4 | | | | | 4 | | | 5 | | | |
| Динамика конкретных динамических систем | 14 | | | | | 6 | | | | | 6 | | | 8 | | | |
| В т.ч.текущий контроль | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Итого | 72 | | | 1 | | 32 | | | | | | | | 39 | | | |

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения аудиторных занятий и в конце курса при проведении зачета по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций | | | | | | |
|--|--|--|---|---|--|--|---|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
| | не зачтено | | зачтено | | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом. | При решении стандартных задач не | Имеется минимальные | Продemonстрированы базовые | Продemonстрированы базовые | Продemonстрированы | Продemonстрирован творческий |

| | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|--------------------------------------|
| | Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | подход к решению нестандартных задач |
|--|--|--|---|--|--|--|--------------------------------------|

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|-------------------|----------------------------|---|
| | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой |
| зачтено | отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| | очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| | хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| | удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

| № | Вопросы | |
|----|---|------|
| 1. | Классификация состояний равновесия многомерных нелинейных динамических систем | ПК-3 |
| 2. | Бифуркации состояний равновесия многомерных нелинейных динамических систем | ПК-3 |

| | | |
|-----|---|------|
| 3. | Классификация периодических решений многомерных нелинейных динамических систем | ПК-3 |
| 4. | Бифуркации периодических решений многомерных нелинейных динамических систем | ПК-3 |
| 5. | Практические алгоритмы изучения состояний равновесия. | ПК-2 |
| 6. | Структура, функциональные возможности и правила работы программного комплекса функционального модуля «Состояния равновесия» программного комплекса ДНС | ПК-2 |
| 7. | Исследования нелинейных динамических моделей путем построения проекций фазовых траекторий и временных реализаций. | ПК-3 |
| 8. | Численные методы интегрирования систем ОДУ. | ПК-3 |
| 9. | Особенности представления фазовых траекторий динамических систем с цилиндрическим и тороидальным фазовыми пространствами. | ПК-2 |
| 10. | Технология исследования нелинейных динамических моделей путем численного построения проекций фазовых траекторий и временных реализаций. | ПК-3 |
| 11. | Структура, функциональные возможности и правила работы функционального модуля «Фазовые портреты» программного комплекса ДНС. | ПК-2 |
| 12. | Метод отображений Пуанкаре, его роль при изучении непрерывных динамических систем. | ПК-3 |
| 13. | Алгоритмы численного построения отображения Пуанкаре, особенности построения для систем с циклическими координатами. | ПК-2 |
| 14. | Технология исследования динамических систем путем численного построения отображения Пуанкаре. | ПК-2 |
| 15. | Структура, функциональные возможности и правила работы функциональных модулей «Точечные отображения» и «Бифуркационные диаграммы отображения Пуанкаре» программного комплекса ДНС. | ПК-2 |
| 16. | Периодические движения многомерных динамических систем и их бифуркации. | ПК-3 |
| 17. | Практические алгоритмы изучения периодических движений: алгоритмы поиска периодических движений и определения их типа, принципы построения бифуркационных кривых. | ПК-2 |
| 18. | Технология изучения периодических движений динамических систем с помощью функциональных модулей «Периодические движения» и «Бифуркационные кривые периодических движений» программного комплекса ДНС. | ПК-2 |
| 19. | Гомоклинические и гетероклинические бифуркации динамических систем. | ПК-3 |
| 20. | Структура фазового и параметрического пространства в окрестности бифуркационных кривых, соответствующих гомоклиническим и гетероклиническим траекториям. | ПК-3 |

| | | |
|-----|--|------|
| 21. | Алгоритм построения бифуркационных кривых, соответствующих совпадению сепаратрис седловых состояний равновесия многомерных динамических систем. | ПК-2 |
| 22. | Структура, функциональные возможности и правила работы функционального модуля «Сепаратрисные связи» программного комплекса ДНС. | ПК-2 |
| 23. | Странные аттракторы. | ПК-3 |
| 24. | Способы и алгоритмы идентификации странных аттракторов в численном эксперименте. | ПК-3 |
| 25. | Бифуркационные механизмы перехода к хаосу и метод идентификации их в численном эксперименте. | ПК-3 |
| 26. | Методы и подходы выделения областей параметров, соответствующих хаотическому поведению динамической системы. | ПК-2 |
| 27. | Структура, функциональные возможности и правила работы функциональных модулей «Ляпуновские характеристические показатели» и «Спектры и автокорреляционные функции» программного комплекса ДНС. | ПК-2 |

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции _____

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции _____

5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов

5.2.5. и т.д.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Матросов В.В. Моделирование нейроподобных элементов и сетей на базе фазо-управляемых генераторов. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2011.

<http://www.unn.ru/e-library/methodmaterial.html?pscience=7>

2. Матросов В.В., Шалфеев В.Д., Динамический хаос в фазовых системах: Учебное пособие. Издание второе, дополненное. Нижний Новгород. Издательство Нижегородский университет 2009.

3. Пономаренко В. П., Матросов В. В. - Моделирование динамических процессов в автогенераторных системах с частотным управлением: учеб. пособие. - Н. Новго-род: ННГУ, 1997. - 114 с.

4. Матросов В.В. Динамика нелинейных систем. // Программный комплекс для исследования нелинейных динамических систем с непрерывным временем: учебно-методическая разработка Нижегородский Государственный Университет им. Н.И. Лобачевского, 2002.

http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_matrosov_dns.PDF

Матросов В.В., Шалфеев В.Д., Сергеев О.С. Генератор хаотических колебаний// Специальный практикум по радиофизике и электронике. Часть II. Радиоастрономия и распространение радиоволн. Теория колебаний./ Под ред. С.Н. Гурбатова. – Н. Новгород: ИПФ РАН, 2001. 332 с.

http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_matrosov_chua.DOC

8. Матросов В.В. Моделирование систем: анализ динамики и расчет динамических характеристик системы ФАП с пропорционально-интегрирующим фильтром// Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 2012. – 26с.

http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/manual_matrosov_modelling_fap.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 912.

Автор (ы) Матросов В.В.

Рецензент (ы) Осипов Г.В.

Заведующий кафедрой Матросов В.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета/института

от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.