

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

Кафедра теории колебаний и автоматического регулирования

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от
« 30 » ноября 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Феномены динамики нейросистем

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы
Биоинформатика

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01, Феномены динамики нейросистем относится к части ОПОП направления подготовки 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	ПК-1.1. Обладает знаниями о проблематике и методах научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности	ПК-1.1: Знает возможные направления применения фазовых моделей и фазового подхода к описанию динамических систем. Знать основные фазовые модели динамических систем	Собеседование
	ПК-1.2. Участвует в выполнении научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.	ПК-1.2. Умеет выбирать необходимую модель для изучения исследуемой системы по информации, полученной из различных источников.	
	ПК-1.3. Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений.	ПК-1.3. Владеет методами моделирования и анализа результатов исследования динамики фазовых систем, в том числе применительно к нейросистемам	
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Понимает структуру жизненного цикла проекта.	УК-2.1. Знать структуру жизненного цикла исследовательского проекта при математическом моделировании нейросистем.	Собеседование
	УК-2.2. Организует жизненный цикл проекта в соответствии с его спецификой	УК-2.2. Уметь адаптировать методы и подходы нелинейной динамики к исследованию нейросистем	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	65
Промежуточная аттестация	45 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

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	очная	очная	очная	очная	очная	
Тема 1 Основные понятия. Вывод уравнений фазовых систем	17	6	0	0	6	11	
Тема 2: Анализ динамики систем фазовой автоподстройки частоты	17	6	0	0	6	11	
Тема 3: Динамика малых ансамблей фазовых систем	15	4	0	0	4	11	
Тема 4: Коллективная динамика фазовых систем	15	4	0	0	4	11	
Тема 5: Фазовые модели нейрона	17	6	0	0	6	11	
Тема 6: Фазовые модели нейросистем	16	6			6	10	
Аттестация	45						
КСР	2				2		

Итого	144	32	0	0	34	65
-------	-----	----	---	---	----	----

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: групповых консультаций, индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Понятие фазы, частоты, синхронизации.
2. Примеры синхронизации в природе и технике.
3. Принцип автоподстройки частоты.
4. Фазовая автоподстройка частоты – структурная схема принципа.
5. Вывод основного уравнения фазовой автоподстройки частоты.
6. Вывод математических моделей систем фазовой автоподстройки частоты для различных типов фильтров.
7. Основные динамические режимы системы ФАП и соответствующие им аттракторы.
8. Динамика системы ФАП с идеализированным фильтром.
9. Динамика системы ФАП с интегрирующим фильтром первого порядка. Влияние параметров на динамические режимы.
10. Динамика системы ФАП с пропорционально-интегрирующим фильтром первого порядка. Влияние параметров на динамические режимы.
11. Динамика системы ФАП с фильтром нижних частот второго порядка. Влияние параметров.
12. Динамика системы ФАП с полосовым фильтром второго порядка.
13. Параллельное соединение двух систем ФАП.
14. Каскадное соединение двух систем ФАП.
15. Кольцевое соединение двух систем ФАП.
16. Соединение систем ФАП через дополнительный дискриминатор.
17. Динамика ансамблей систем ФАП.
18. Фазовое описание ансамблей взаимодействующих осцилляторов, сети Курамото.
19. Фазовые модели нейрона.
20. Использование фазовых систем для описания нейросетевых феноменов.
21. Модель плавательного ЦГР миноги на основе фазовых осцилляторов.
22. Модель ассоциативной памяти на основе фазовых осцилляторов.
23. Модель фокуса внимания на основе фазовых осцилляторов.

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	Уровень	Минимальн	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень

	знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	о допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий 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

зачтено		компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	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

(согласно оценочным средствам табл.2)

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
Понятие фазы, частоты, синхронизации. Примеры синхронизации в природе и технике.	ПК-1
Принцип автоподстройки частоты. Фазовая автоподстройка частоты – структурная схема принципа. Вывод основного уравнения фазовой автоподстройки частоты.	ПК-1
Вывод математических моделей систем фазовой автоподстройки частоты для различных типов фильтров.	ПК-1
Основные динамические режимы системы ФАП и соответствующие им аттракторы. Динамика системы ФАП с идеализированным фильтром.	ПК-1
Динамика системы ФАП с интегрирующим фильтром первого порядка. Влияние параметров на динамические режимы. Динамика системы ФАП с пропорционально-интегрирующим фильтром первого порядка. Влияние параметров на динамические режимы.	ПК-1
Динамика системы ФАП с фильтром нижних частот второго порядка. Влияние параметров. Влияние характеристики фазового детектора.	ПК-1
Динамика системы ФАП с полосовым фильтром второго порядка.	ПК-1
Параллельное соединение двух систем ФАП.	УК-2
Каскадное соединение двух систем ФАП.	УК-2
Соединение систем ФАП через дополнительный дискриминатор.	УК-2
Динамика ансамблей систем ФАП.	УК-2
Фазовое описание ансамблей взаимодействующих осцилляторов, сети Курамото.	ПК-1
Фазовые модели нейрона. Использование фазовых систем для описания нейросетевых феноменов.	ПК-1

Модель плавательного ЦГР миноги на основе фазовых осцилляторов.	УК-2
Модель ассоциативной памяти на основе фазовых осцилляторов.	УК-2
Модель фокуса внимания на основе фазовых осцилляторов	УК-2

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Составить математическую модель системы ФАП с фильтром, имеющим коэффициент передачи $K(p) = Tr/(1+Tr)$. Определить условия существования режима синхронизации и возможные динамические режимы.
2. По представленному разбиению пространства параметров, отмеченным бифуркационным кривым и бифуркационной диаграмме отображения Пуанкаре описать процесс смены динамических режимов в системе ФАП

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции УК-2

1. Составить математическую модель ансамбля нейронов, воспроизводящего эффект ассоциативной памяти. Описать интерпретацию основных динамических режимов ансамбля.
2. Описать способ обучения нейронной сети и привести пример матрицы связей при запоминании заданного образа

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Шалфеев В.Д., Матросов В.В. Нелинейная динамика систем фазовой синхронизации. – Н.Новгород: Издательство ННГУ, 2013.
2. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. - Москва: Техносфера, 2003. 510 с.
3. Мищенко М.А., Матросов В.В. Учебно-методические материалы для магистрантов и аспирантов «Нейроподобная динамика в фазовых системах». – Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2014. 35с.
4. Алешин К.Н., Мищенко М.А., Матросов В.В. Динамика малых ансамблей фазовых систем: Учебно-методические материалы для магистрантов и аспирантов. – Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2015. 88 с.

б) дополнительная литература:

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционный зал, проектор, экран.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Мищенко М.А. к.ф.-м.н., доц. каф. Теории колебаний и автоматического регулирования

Рецензент(ы): Осипов Г.В., д.ф.-м.н., доц., зав. каф. теории управления и динамики систем ИИТММ

Заведующий кафедрой: Матросов В.В. д.ф.-м.н., проф.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии радиофизического факультета от 14.11.22, протокол № 08/22.