

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

**Информационная нейродинамика.
Сосредоточенные системы**

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная математика и информатика (общий профиль)

Форма обучения
очная

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Код дисциплины Б1.В.ДВ.05.06.

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД |
|------------|---|--|
| 2 | Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина <i>Б1.В.ДВ.05.06 «Информационная нейродинамика. Сосредоточенные системы»</i> , относится к части ООП направления «подготовки 01.03.02 «Прикладная математики информатика», 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-13: Способен участвовать в исследовании математических моделей в естественных науках и технике | ПК-13.1. Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике | Знать: -основные принципы, факты, понятия, аналитические и численные методы, изучаемые в дисциплине: 1. Базовые нейронные модели. 2. Основные переменные и параметры в динамических системах, моделирующих поведение живых систем. 3. Основные режимы функционирования единичного нейрона и нейронной сети. 4. Способы передачи информации в нейронных сетях. Владеть: -терминологией предметной области; - принципами построения и выбора | Собеседование |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | | <p><i>эффективных методов решения и интерпретации результатов:</i></p> <p>- навыками математики</p> | |
| | <p>ПК-13.2.</p> <p><i>Знает математические методы обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</i></p> | <p>Уметь:</p> <p><i>1. Строить простейшие математические модели и исследовать их;</i></p> <p><i>2. Качественно строить фазовые портреты систем первого и второго порядков;</i></p> <p><i>3. Интерпретировать результаты исследования динамических систем для конкретных нейронных моделей</i></p> <p><i>4. Находить состояния равновесия автономных систем, определять их тип.</i></p> <p>- доказывать ранее изученные в рамках дисциплины математические утверждения;</p> <p>- решать математические задачи (линейные дифференциальные уравнения в обыкновенных и частных производных точечные отображения), которые требуют некоторой оригинальности мышления.</p> | <p><i>Задача (практическое задание)</i></p> |
| | <p>ПК-13.3.</p> <p><i>Умеет корректно использовать методы создания, анализа и исследования математических моделей, умеет применять численные и аналитические методы решения базовых математических задач и классических задач естествознания в практической деятельности</i></p> | <p>Уметь:</p> <p>- применять базовые знания естественных наук, математики и информатики, понятие динамической системы, основные понятия и факты динамики систем.</p> <p>- корректно использовать методы создания, анализа и исследования математических моделей,</p> <p>- умеет применять численные и аналитические методы решения базовых математических задач.</p> <p>Владеть:</p> <p>- математическим мышлением, математической культурой</p> <p>- способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на тему</p> | <p><i>Собеседование</i></p> <p><i>Контрольная работа</i></p> |

| | | | |
|--|---|--|---------------|
| | | <p>предметной области</p> <p>- профессиональным языком теории нелинейной динамики систем</p> | |
| | <p>ПК-13.4.:</p> <p>Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p> | <p>Уметь:</p> <p>- применять базовые знания естественных наук, математики и информатики для обработки экспериментальной информации</p> <p>Владеть:</p> <p>- математическими пакетами для анализа и обработки экспериментальной информации.</p> | Собеседование |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

| | |
|---|----------------------|
| | Очная форма обучения |
| Общая трудоемкость | 3 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 108 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | 50 |
| - занятия лекционного типа | 16 |
| - занятия семинарского типа | 32 |
| - занятия лабораторного типа | 0 |
| - текущий контроль (КСР) | 2 |
| самостоятельная работа | 22 |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 |

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 | |

| | | | | | | |
|---|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Раздел 1. Введение в курс. Основные понятия информационной нейродинамики. Понятие динамической системы, основные понятия, связанные с исследованием динамики нелинейных систем. Проблема передачи и обработки информации в нервной системе и в мозге. | 31 | 4 | 16 | 0 | 20 | 11 |
| Раздел 2. Нелинейная динамика сосредоточенных моделей систем Консервативные нелинейные системы. Закон сохранения энергии. Сохранение площадей в фазовом пространстве. Зависимость поведения простейшей консервативной системы от параметра. Примеры. Общие свойства консервативных систем. Неконсервативные системы. Фазовый портрет. Сжатие площадей в фазовом пространстве. Автоколебательные системы. Уравнение Ван-дер-Поля. Фазовый портрет. Зависимость формы автоколебаний от параметров. Свойства простейших автоколебательных систем. Параметрический осциллятор. Уравнения движения. Эффект затухания. Релаксационные колебания. Быстрые и медленные движения. Основные свойства нелинейных колебательных систем. Многорежимность. Суб-и супергармонические колебания. Хаотические колебания. Гетреоклинические циклы и контуры. Синхронизация. | 39 | 12 | 16 | 0 | 28 | 11 |
| Текущий контроль (КСР) | 2 | | | | 2 | |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 | | | | | |
| Итого | 108 | 16 | 32 | 0 | 50 | 22 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам, указанным в списке литературы, решении практических задач, подготовке ответов на вопросы самоконтроля, а также под контролем преподавателя

направлена на активизацию познавательной деятельности студента и установление «обратной связи» между студентом и преподавателем.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Информационная нейродинамика-1» включает выполнение практических заданий под контролем преподавателя в терминал-классе. По практическим заданиям проводится письменное оформление отчета и последующая его сдача преподавателю с учетом исправления ошибок, допущенных студентом, и исправления замечаний, указанных преподавателем.

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка к выполнению работ в компьютерном классе;
- подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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 незначительных 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 | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|--|---|---|---|--|
| | ся от ответа | ошибки. | но не в полном объеме. | полном объеме, но некоторые с недочетами. | некоторые с недочетами. | выполнены все задания в полном объеме. | 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 |
|------------|---------------------|--|
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | 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 на экзамене

| вопросы | Код формируемой компетенции |
|---|-----------------------------|
| Динамические системы. Основные понятия. Классификация динамических систем. | ПК-13 |
| Динамические системы 1-го порядка. Зависимость характера движений от параметра. | ПК-13 |
| Простейшая нейронная модель: осциллятор накопление- | ПК-13 |

| | |
|--|-------|
| сброс. | |
| Нейрон Ижикевича. | ПК-13 |
| Динамические системы второго порядка. Понятие состояния равновесия. Типы состояний равновесия. Линеаризованные системы. Приведение системы к каноническому виду. Грубые системы. | ПК-13 |
| Гармонический осциллятор. Представление совокупности движений гармонического осциллятора на фазовой плоскости. | ПК-3 |
| Линейный осциллятор при наличии трения. Изображение на фазовой плоскости. Состояния равновесия. | ПК-13 |
| Осциллятор с малой массой. | ПК-13 |
| Консервативный нелинейный осциллятор. Исследование фазовой плоскости вблизи состояния равновесия. Диссипативный нелинейный осциллятор. | ПК-13 |
| Осциллятор Дюффинга. | ПК-13 |
| Замкнутые фазовые траектории. Предельные циклы. | ПК-13 |
| Осциллятор Ван дер Поля. | ПК-13 |
| Система ФитцХью-Нагумо. | ПК-13 |
| Критерии отсутствия замкнутых фазовых траекторий. | ПК-13 |
| Поведение траекторий на бесконечности. | ПК-13 |
| Классификация грубых состояний равновесия трехмерных систем. | ПК-13 |
| Классификация грубых состояний равновесия n-мерных систем. Правило Рауса. | ПК-13 |
| Грубые периодические движения. Основные определения и понятия. Отображение Пуанкаре. Матрица монодромии. Мультипликаторы периодических движений. | ПК-13 |
| Отображение Рутькова. | ПК-13 |
| Классификация грубых периодических движений. | ПК-13 |
| Отображение плоскости в плоскость. Численные методы отыскания неподвижных точек. | ПК-13 |
| Неподвижная точка седлового типа. Устойчивые и неустойчивые многообразия седла. | ПК-13 |
| Основные бифуркации периодических движений. | ПК-13 |
| Метод разрывных колебаний. Быстрые и медленные движения. | ПК-13 |
| Система Боннхофера-Ван дер Поля. | ПК-13 |
| Метод Ван дер Поля. | ПК-13 |

5.2.2. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-13

Задание 1.

1. Нейрон Ходжкина-Хаксли. Уравнения, параметры, переменные, режимы.
2. Нейронные спайки.
3. Задача

Задание 2.

1. Нейрон Рутькова. Уравнения, параметры, переменные, режимы.
2. Нейронные пачки.

3. Задача

5.2.3. Примеры типовых задач

Задание 3 Построить фазовый портрет системы ФитцХью - Нагумо в случае возбудимого нейрона.

Задание 4. Построить фазовый портрет осциллятора накопление-сброс.

5.2.4. Контрольная работа для оценки компетенции «ПК-13»

Задание 1. Определить неподвижные точки в отображении окружности.

Задание 2. Определить неподвижные точки в отображении Рутькова.

Задание 3. Определить неподвижные точки в отображении Эно.

5.2.5. Примеры типовых заданий (оценочных средств), выносимых на экзамен

Требуется выписать основные соотношения и привести конкретные примеры по следующим вопросам–заданиям:

1. Динамические системы. Основные понятия. Классификация динамических систем.
2. Динамические системы 1-го порядка. Зависимость характера движений от параметра.
3. Простейшая нейронная модель: осциллятор накопление-сброс.
4. Нейрон Ижикевича.
5. Динамические системы второго порядка. Понятие состояния равновесия. Типы состояний равновесия. Линеаризованные системы. Приведение системы к каноническому виду. Грубые системы.
6. Гармонический осциллятор. Представление совокупности движений гармонического осциллятора на фазовой плоскости.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Некоркин В.И. -Лекции по основам теории колебаний. Н.Новгород, ННГУ, 2012. (152 экз).

б) Дополнительная литература.

1. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. – М.:Наука, гл. ред.физ.-мат. лит-ры, 1987. (161 экз)

2. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. - М.: Физматгиз. 1959; М.: Наука, 1981г. (302 экз)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. При выполнении компьютерного практикума используются лицензионные экземпляры математического пакета MatLab, установленные в лаб.220 кафедры ТУиДС (2корп. ННГУ обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

2. Современная цифровая образовательная среда РФ. [сайт]. Учебные курсы.
URL: <https://online.edu.ru/public/courses?faces-redirect=true>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также

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

Наличие рекомендованной литературы.

Компьютерный класс с ОС Microsoft Windows и установленными комплектами лицензионных математических пакетов MatLab (лаб.220 2-го корпуса):

- Операционные системы семейства Microsoft Windows, – лицензия по подписке MicrosoftImagine;
- Математический пакет MatLab, – лицензионное ПО приобретено в 2006/2007 гг при выполнении нац. проекта «Образование», бессрочная лицензия, ключ у системного администратора.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: д.ф.-м.н., зав. каф. ТУиДС Осипов Г.В.

Рецензент: д.т.н., профессор НГТУ им. Р.Е. Алексеева Ломакина Л.С.

Заведующий кафедрой ТУиДС: д.ф.-м.н. Осипов Г.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.