

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ИТММ

В.П. Гегель

" ____ " _____ 2018 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Вычислительные методы исследования нейророботных систем

(Наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки (специальность)

02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Профиль подготовки (специализация)

Инженерия программного обеспечения

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

(магистр, специалист, бакалавр)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Нижний Новгород

2018 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вычислительные методы исследования нейрореподобных систем» предназначена для студентов 4 курса бакалавриата (7 семестр), обучающихся по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии», включена в ОПОП в составе вариативной части. Студенты к моменту освоения этой дисциплины ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин: «Математический анализ» (понятия: производная, интеграл, экстремумы функции), «Алгебра и геометрия» (понятия: собственные числа и собственные вектора матрицы), «Дифференциальные уравнения» (классификация, свойства, методы решения).

Предметом рассмотрения настоящего курса являются задачи исследования особенностей динамики и устойчивости различных типов поведения нейрореподобных систем на основе использования современных аналитических и численных методов. Цель дисциплины «Вычислительные методы исследования нейрореподобных систем» состоит в формировании компетентности студентов в области научно-исследовательской деятельности, направленной на изучение особенностей поведения нейрореподобных систем. Особое внимание уделяется формированию у студентов навыков реализации и применения рассматриваемых методов к исследованию конкретных математических моделей. Задачей дисциплины является теоретическое и практическое освоение изучаемых методов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|--|---|
| ПК-1: способность к ведению научно-исследовательской деятельности в области фундаментальной информатики и информационных технологий: - понимать, совершенствовать и применять | ЗНАТЬ <i>З1(ПК-1-1) Знать основные понятия, определения и модели, используемые при исследовании нейродинамических систем</i> <i>З2(ПК-1-1) базовые алгоритмы вычислительной математики для решения задач нелинейной динамики, условия их применимости.</i> УМЕТЬ <i>У1(ПК-1-1) проводить численное моделирование динамики нейрореподобных систем</i> <i>У2(ПК-1-1) определять и профессионально реализовывать необходимые для решения прикладных задач нелинейной динамики вычислительные алгоритмы, анализировать полученные результаты.</i> ВЛАДЕТЬ <i>В1(ПК-1-1) навыками численного моделирования при решении конкретных нейродинамических задач.</i> |

| | |
|---|---|
| современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий (ПК-1-1); Завершающий этап | <i>В2(ПК-1-1) вычислительными методами нелинейной динамики.</i> |
|---|---|

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 час. занятия лекционного типа, 16 час. занятия лабораторного типа, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине | Всего (часы) | В ТОМ ЧИСЛЕ | | | | | |
|--|--------------|---|----------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| | | контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | | Самостоятельная работа студента часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского | Лабораторные работы | Консультации индивидуальные | Всего контактных часов | Всего СРС |
| Нейродинамика: предмет и методы исследования | 17 | 4 | | 4 | | 8 | 9 |
| Классификация типов поведения нейроподобных систем | 18 | 4 | | 4 | | 8 | 10 |
| Влияние случайных и детерминированных сигналов на отклик нейродинамических систем | 18 | 4 | | 4 | | 8 | 10 |
| Моделирование нейросетевой активности | 18 | 4 | | 4 | | 8 | 10 |
| В т.ч. текущий контроль 2 ч | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация - зачет | | | | | | | |

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, при выполнении практических заданий, при самостоятельной работе и подготовке к экзамену студенты имеют доступ к материалам курса, размещенным по адресу <http://www.itmm.unn.ru/pm/education/information/>, режим доступа - свободный.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

а. Виды самостоятельной работы студентов

Выполнение практических заданий на следующие темы

- «Определение локальной и глобальной устойчивости равновесных состояний»
- «Диссипативность»
- «Хаос в нейродинамических системах»
- «Индукцированные шумом эффекты изменения характеристик генерации нелинейных элементов (резонансная активация, когерентный и стохастический резонанс, шумо-индуцированное увеличение времени возникновения отклика)»
- «Режимы синхронной генерации связанных динамических систем»
- «Метод связного графа»

б. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

Е.В. Панкратова. Синхронизация хаотических колебательных процессов в сетях нейродинамических элементов: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 54 с.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

- 6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Оценка уровня формирования компетенции ПК-1

| Индикаторы компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | Шкала оценивания |
|---|--|--|
| ЗНАТЬ З1(ПК-1-1) Знать основные понятия, определения и модели, используемые | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное | Плохой уровень формирования компетенции. |

| | | |
|---|--|---|
| <p>при исследовании нелинейных динамических систем 32(ПК-1-1) базовые алгоритмы вычислительной математики для решения задач нелинейной динамики, условия их применимости.</p> <p>УМЕТЬ У1(ПК-1-1) проводить численное моделирование динамики нелинейных систем У2(ПК-1-1) определять и профессионально реализовывать необходимые для решения прикладных задач нелинейной динамики вычислительные алгоритмы, анализировать полученные результаты.</p> <p>ВЛАДЕТЬ В1(ПК-1-1) навыками численного моделирования при решении конкретных нелинейных динамических задач. В2(ПК-1-1) вычислительными методами нелинейной динамики.</p> | отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией. | «Плохо» |
| | Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией | Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно» |
| | Знать некоторые основные понятия и свойства изучаемых численных алгоритмов и задач нелинейной динамики. Уметь У1,У2 с погрешностями. Владеть некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно» |
| | Знать большинство основных понятий и свойств изучаемых численных алгоритмов и задач нелинейной динамики. Уметь У1,У2 с незначительными погрешностями. Владеть основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо» |
| | Знать понятия и свойства изучаемых численных алгоритмов и задач нелинейной динамики. Уметь У1,У2 с незначительными погрешностями. Владеть всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях | Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо» |
| | Знать основные методы и алгоритмы, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. Уметь У1,У2 в полном объеме. Владеть всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях. | Отличный уровень формирования компетенции «Отлично» |
| | Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. Уметь У1,У2 в полном объеме. Свободно Владеть всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях. | Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно» |

6.2. Описание шкал оценивания

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Вычислительные методы исследования нейророботных систем» используется балльная система оценки учебной работы студентов. По результатам итоговой аттестации проставляются оценки «Зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «удовлетворительно» и выше) и «Не зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «плохо» и «неудовлетворительно»).

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные и письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические задания, включающие постановку одной сложной учебной задачи в виде краткой формулировки действий, которые следует выполнить, и описания результата, который нужно получить.

Критерии оценивания при промежуточной аттестации в форме зачета

| Оценка | Уровень подготовки |
|------------|--|
| Зачтено | Знание основных понятий и определений нейродинамики, а также способов описания и моделирования поведения нейророботных систем. Знание основных методов, используемых для изучения синхронизации нейророботных систем, а также численных методов, используемых для выявления различных типов синхронного поведения. Практические и контрольные задания выполнены в полном объеме. |
| Не зачтено | Отсутствие теоретических знаний по данной дисциплине. Практические и контрольные задания не выполнены. |

Критерии оценок за выполнение практического задания

(каждое задание оценивается в 1 балл)

| | | | |
|--|------|-------------------|---------|
| Практическое задание выполнено в полном объеме, отчет правильно и аккуратно оформлен | 1 | Превосходно | Зачтено |
| | | Отлично | |
| Практическое задание выполнен в полном объеме, но отчет не аккуратно оформлен | 0,75 | Очень хорошо | |
| | | Хорошо | |
| Практическое задание выполнено в | 0,5 | Удовлетворительно | |

| | | | |
|--|---|---------------------|------------|
| полном объеме, но не достаточно самостоятельно, отчет оформлен | | | |
| Практическое задание не выполнено | 0 | Неудовлетворительно | Не зачтено |
| | | Плохо | |

Суммарная оценка выполнения контрольных и практических заданий

| Количество баллов | Оценка |
|-------------------|---------------------|
| 4 | Отлично |
| 3,5 | Очень хорошо |
| 3 | Хорошо |
| 2-2,5 | Удовлетворительно |
| 0,5-1,5 | Неудовлетворительно |
| 0 | Плохо |

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для промежуточного контроля сформированности компетенции ПК-1 в виде умений и владений У1(ПК-1-1), У2(ПК-1-1) и В1(ПК-1-1), В2(ПК-1-1)..

1. Построить фазовый портрет системы ФитцХью-Нагумо $\begin{cases} \dot{x} = x - x^3 / 3 - y \\ \dot{y} = \varepsilon(x + a) \end{cases}$, $\varepsilon=0.1$, $a=1.1$.

2. Показать наличие индуцированного шумом эффекта увеличения времени возникновения отклика в системе ФитцХью-Нагумо $\begin{cases} \dot{x} = x - x^3 / 3 - y + A \sin \omega t + \sqrt{D} \xi(t) \\ \dot{y} = \varepsilon(x + a) \end{cases}$, $\varepsilon=0.1$, $a=1.1$

3. Методом связного графа получить условие полной синхронизации в цепочке, состоящей из n систем Хиндмарш-Розе. Проверить полученное условие численно.

Суммарная оценка выполнения контрольных и практических заданий

| Количество баллов | Оценка |
|-------------------|---------------------|
| 4 | Отлично |
| 3,5 | Очень хорошо |
| 3 | Хорошо |
| 2-2,5 | Удовлетворительно |
| 0,5-1,5 | Неудовлетворительно |
| 0 | Плохо |

Список контрольных вопросов для оценивания результатов обучения в виде знаний 31(ПК-1-1), 32(ПК-1-1) формирования ПК-1.

1. Основные функциональные и морфологические свойства биологических нейронов.

2. Ионные механизмы, отвечающие за генерацию потенциалов действия.
3. Особенности межклеточной передачи биоэлектрических импульсов.
4. Модели математического описания динамики нейронов (примеры, свойства).
5. Методы определения локальной и глобальной устойчивости равновесных состояний.
6. Диссипативность систем.
7. Механизмы возникновения тонической активности (бифуркации).
8. Генерация сложных пачечных колебаний (бифуркации).
9. Хаос в нейродинамических системах (пример системы, метод диагностики).
10. Эффект резонансной активации (определение, пример).
11. Когерентный резонанс (определение, пример).
12. Стохастический резонанс (определение, пример).
13. Эффект индуцированного шумом увеличения времени возникновения отклика (определение, пример).
14. Режимы синхронной генерации (полная, частичная, фазовая и др. типы синхронного поведения).
15. Методы, связанные с вычислением собственных значений матрицы связи и основной функции стабильности,
16. Метод связного графа.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014. http://www.unn.ru/site/images/docs/obrazov-org/Formi_stroki_kontrolya_13.02.2014.pdf

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Е.В. Панкратова. Синхронизация хаотических колебательных процессов в сетях нейродинамических элементов: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 54 с. (фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ http://www.unn.ru/books/met_files/chaos.pdf)
2. А.Б. Рубин. Биофизика: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика: Учебник. - 3-е изд. / А.Б. Рубин. - М.: Изд-во МГУ; изд-во "Наука", 2004. - 448 с. (доступно в ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА», режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>)
3. В.И. Некоркин. Лекции по основам теории колебаний. Учебное пособие. - Нижний Новгород: издательство Нижегородского госуниверситета, 2012. - 311 с.

б) дополнительная литература:

1. А. Пиковский, М. Розенблум, Ю. Куртс. Синхронизация: Фундаментальное нелинейное явление. - М: Техносфера, 2003. - 496 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

http://www.df.unipi.it/~mannella/papers/algorithms/SDE_on_a_computer.pdf (свободный доступ)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль Инженерия программного обеспечения

Автор:

доц. каф. прикладной

математики, к.ф.-м.н.

_____ Панкратова Е.В.

И.о. зав. каф. прикладной математики,

д.ф.-м.н., проф.

_____ Иванченко М.В.

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от 20 июня 2018 года, протокол № 10