

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
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

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

Нижний Новгород

2022 год приема

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: <i>Способен участвовать в исследовании математических моделей в естественных науках и технике</i>	ПК-13.1. <i>Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике</i>	Знать: <i>-основные принципы, факты, понятия, аналитические и численные методы, изучаемые в дисциплине:</i> <i>1. Базовые нейронные модели.</i> <i>2. Основные переменные и параметры в динамических системах, моделирующих поведение живых систем.</i> <i>3. Основные режимы функционирования единичного нейрона и нейронной сети.</i> <i>4. Способы передачи информации в нейронных сетях.</i> Владеть: <i>-терминологией предметной области;</i> <i>- принципами построения и выбора эффективных методов решения и интерпретации результатов:</i>	<i>Собеседование</i>

		- навыками математики	
	<p>ПК-13.2.</p> <p>Знает математические методы обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>	<p>Уметь:</p> <p>1. Строить простейшие математические модели и исследовать их;</p> <p>2. Качественно строить фазовые портреты систем первого и второго порядков;</p> <p>3. Интерпретировать результаты исследования динамических систем для конкретных нейронных моделей</p> <p>4. Находить состояния равновесия автономных систем, определять их тип.</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>Задача (практическое задание)</p>
	<p>ПК-13.3.</p> <p>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</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 предметной области</p> <p>- профессиональным языком теории нелинейной динамики систем</p>	<p>Собеседование</p> <p>Контрольная работа</p>

	<p>ПК-13.4.:</p> <p><i>Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</i></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				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
<p>Раздел 1. Введение в курс. Основные понятия информационной нейродинамики.</p> <p>Понятие динамической системы, основные понятия, связанные с исследованием динамики нелинейных систем. Проблема передачи и</p>	31	4	16	0	20	11

обработки информации в нервной системе и в мозге.						
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. Сосредоточенные системы» 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 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 незначительными 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	При решении стандартных	Имеется минимальны	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрирован

	материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	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-сброс.	ПК-13
Нейрон Ижикевича.	ПК-13
Динамические системы второго порядка. Понятие состояния равновесия. Типы состояний равновесия. Линеаризованные системы. Приведение системы к	ПК-13

каноническому виду. Грубые системы.	
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 Рулькова.

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 1 декабря 2021 года, протокол № 2.