

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 от
30.11.2022 г. №13

Рабочая программа дисциплины

Технические основы кибернетики

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы
Нелинейные колебания и волны

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03, Технические основы кибернетики относится к части ОПОП направления подготовки 03.04.03 Радиофизика, 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	
<i>ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности</i>	<i>ПК-1.1. Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач.</i>	<i>ПК-1.1 Знает возможности применения математических методов для моделирования различных кибернетических систем.</i>	<i>Тестирование Доклад, сообщение Практическое задание Собеседование</i>
	<i>ПК-1.2. Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий.</i>	<i>ПК-1.2 Уметь работать различными типами преобразований математических систем и обоснованно делать выбор в пользу конкретного мат. метода. Владеть навыками для моделирования сложных кибернетических систем с использованием современных методов, адаптированных к решению конкретной кибернетической задачи</i>	
<i>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформл</i>	<i>ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов.</i>	<i>ПК-2.1 Знает принципы построения функциональных моделей динамических систем и особенности их описания.</i>	<i>Доклад, сообщение Практическое задание</i>
	<i>ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.</i>	<i>ПК-2.2 Умеет правильно определять необходимые параметры функционирования звеньев функциональных моделей и адаптировать модели для точного описания предмета исследования</i>	

	<p>ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР.</p> <p>ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики.</p>	<p>ПК-2.3 Владеет навыками построения прогноза работоспособности кибернетических моделей.</p> <p>ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики.</p>	
<p>ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>ПК-3.1. Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>ПК-3.2. Представляет результаты НИР академическому и бизнессообществу.</p> <p>ПК-3.3. Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика.</p>	<p>ПК-3.1 Знает принципы и теоретические основы организации проектной деятельности, имеет представление о способах внедрения ее результатов в практику</p> <p>ПК-3.2 Умеет грамотно представлять результаты НИР и анализировать успешность научных изысканий</p> <p>ПК-3.3 Владеет навыками оценивания соответствия содержания научных исследований и проектных заданий нормативным документам, разработки рекомендаций по выполнению конкретных задач в области в кибернетики</p>	<p>Тестирование</p> <p>Практическое задание</p> <p>Собеседование</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	29
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	очно	
Тема 1: Предмет и содержание лекционного курса.	9	4	0	0	4	5	
Управляемые динамические системы.	13	7	0	0	7	6	
Линейные системы автоматического регулирования. Операционные системы и операционные исчисления.	13	7	0	0	7	6	
Нелинейные системы автоматического регулирования и методы их исследования.	13	7	0	0	7	6	
Динамические модели живых систем.	13	7	0	0	7	6	
Аттестация	45						
КСР	2				2		
Итого	108	32	0	0	34	29	

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

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс 1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента». 2. Электронно-библиотечная система «Лань». 3. Электронно-библиотечная система «Znaniy.com». 4. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ». 5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE». 6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». 7. <http://www.pirobot.org/blog/0007> 8. <http://www.scholarpedia.org/article/STDP> 9. http://www.scholarpedia.org/article/Models_of_synaptic_plasticity 10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> 11. [webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com) 12. www.scopus.com).

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	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания,

	обучающег ося от ответа	грубые ошибки.	все задания но не в полном объеме.	все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	объеме, но некоторые с недочетами.	нными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . Невозможн ость оценить наличие навыков вследствие отказа обучающег ося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минималън ый набор навыков для решения стандартны х задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонст рированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонст рирован творческий подход к решению нестандартн ых 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», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим 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
Математическая модель динамической системы, основанная на понятии состояния. Классификация. Геометризация.	ПК-1.1 ПК-1.2
Основные задачи динамических систем.	ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1
Преобразование Лапласа и Фурье. Связь между ними. Метод операционных исчислений.	ПК-1.1 ПК-1.2
Z-преобразование. Связь с преобразованием Лапласа. Метод операционных исчислений.	ПК-1.2 ПК-1.3
Функциональная модель динамической системы. Понятие динамического звена. Классификация. Сравнение моделей, основанной на понятии состояния и функциональной модели	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Коэффициент передачи, переходные функции и частотные характеристики непрерывного звена	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Коэффициент передачи, переходные последовательности и частотные характеристики дискретного звена	ПК-2.2 ПК-2.3
Обобщение понятия динамического звена. Матричный коэффициент передачи. Временное и частотное описание	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Устойчивость непрерывного динамического звена. Критерий Рауса-Гурвица.	ПК-2.2 ПК-2.3
Устойчивость дискретного звена. Критерий Шура-Кона	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

1. Какому состоянию равновесия соответствуют комплексно сопряженные корни характеристического уравнения с отрицательной действительной частью?

- а) седло;
- б) устойчивый фокус;
- в) неустойчивый фокус;
- г) устойчивый узел;
- д) неустойчивый узел;
- е) другое;
- ж) ничто из перечисленного.

2. Дайте определение предельного цикла:

- а) гомоклиническая траектория;
- б) гетероклиническая траектория;
- в) замкнутая неизолированная траектория;
- г) замкнутая изолированная траектория;
- д) незамкнутая изолированная траектория.

3. В линейных системах при прохождении сигнала изменяются:

- а) только амплитуда и фаза, а частота – не меняется;

- б) только амплитуда, а фаза и частота – не меняется;
- в) и амплитуда, и фаза, и частота;
- г) только частота, а амплитуда и фаза - не меняется;
- д) ничего из перечисленного.

4. Дайте определение процесса обучения искусственной нейронной сети?

- а) интегрирование динамики нейронной сети с помощью компьютерных алгоритмов;
- б) максимизацию функции стоимости и коррекцию ошибок;
- в) автоподстройку весов входов нейронов под параметры замкнутой системы;
- г) внешнюю настройку синаптических весов входов нейронов;
- д) свой вариант.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

1. Провести качественный анализ ДС на прямой: найти все с.р., определить их устойчивость, построить фазовый портрет, зависимость $x(t)$, бифуркационную диаграмму:

- 1) $\dot{x} = \mu x/3 + x^2$
- 2) $\dot{x} = \mu x + x^3/9$
- 3) $\dot{x} = x - \mu x(1-x)$
- 4) $\dot{x} = x(\mu - e^x)$
- 5) $\dot{x} = x + \mu x/(1+x^2)$
- 6) $\dot{x} = \gamma + \cos 2\varphi$
- 7) $\varphi' = \gamma \cos \varphi - \sin 2\varphi$
- 8) $\varphi' = 4 \sin \varphi / (\gamma - 4 \sin \varphi)$

2. Провести качественный анализ ДС на плоскости: найти все с.р., классифицировать их, построить фазовые портреты в окрестности с.р.:

- 1) $\begin{cases} \dot{x} = x - y \\ \dot{y} = x^2 + y^2 - 2 \end{cases}$
- 2) $\begin{cases} \dot{x} = x - y \\ \dot{y} = y^3 + 1 \end{cases}$

$$3) \begin{cases} \dot{x} = 2xy^2 - 1 \\ \dot{y} = y^2 - 25x \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} \dot{x} = x - y \\ \dot{y} = x^2 - x \end{cases}$$

$$5) \ddot{x} + \dot{x} + x - \alpha x^2 = 0 \quad (+ \text{построить бифуркационную диаграмму})$$

3. Построить фазовый портрет нелинейной ДС с помощью метода интегральных кривых:

$$1) \ddot{x} + x(x^2 - 1) = 0$$

$$2) \ddot{x} + x(x-a)(1-x) = 0, \quad a > 0$$

$$3) \varphi'' + \cos \varphi = 0$$

$$4) \ddot{x} + x - x^4 = 0$$

$$5) \varphi'' + \cos \varphi = \gamma, \quad \gamma > 0$$

4. Провести анализ ДС 3-го или более высокого порядка с помощью критерия Рауса-Гурвица, найти и классифицировать с.р.:

$$1) \begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = \alpha y + x(x-1)^2 + z \\ \dot{z} = \beta x, \quad \alpha, \beta > 0 \end{cases}$$

$$2) x''' + 6x'' + 3x' + 2x = 0$$

3) $x'''' + x''' + \alpha x'' + \beta x' + x = 0$ – найти условие устойчивости в зависимости от параметров α и β

$$4) x'''' + 2x''' + 4x'' + 7x' + 3x = 0$$

5. Найти переходную функцию $h(t)$ по известной $w(t)$:

$$1) \quad w(t) = 5t^2 + 3$$

$$2) \quad w(t) = t^3/7 + 4t^2 + 3$$

$$3) \quad w(t) = \frac{k}{T} e^{-\frac{3t}{T}}$$

$$4) \quad w(t) = \frac{1}{x} + e^{-\frac{t}{5T}}$$

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

а) основная литература:

1. А. Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика: учебник / - 4-е изд., испр. и перераб. - 2012. - 648 с. (8 экземпляров в библиотеке ННГУ). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424841.html>
2. Мозер Ю., Цендер Э. - Заметки о динамических системах. - М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Ин-т компьютер. исслед., 2011. - 356 с. (1 экземпляр в библиотеке ННГУ)
3. Мозер Ю. - Устойчивые и хаотические движения в динамических системах. - М.: НИЦ "Регулярная и хаот. динамика", Ин-т компьютер. исслед., 2010. - 184 с. (1 экземпляр в библиотеке ННГУ)
4. Бычков Ю. А., Щербаков С. В. - Хаос в динамических системах: классификац. модели, аналит.-числ. метод, эквивал. преобразования и вычисл. алгоритмы. - СПб.: Технолит, 2009. - 314 с. (1 экземпляр в библиотеке ННГУ)

б) дополнительная литература:

1. Медицинская и биологическая физика. Сборник задач [Электронный ресурс] / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859704295561.html>
2. Физика и биофизика [Электронный ресурс] : учебник / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html>
3. Основы математического анализа. В 2-х ч. [Электронный ресурс] : Учеб. для вузов / Ильин В.А., Позняк Э.Г. - 7-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - (Курс высшей математики и математической физики. Вып.1).Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109024.html>
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105378.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

обучения: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

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 по направлению 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Казанцев В.Б. д.ф.-м.н., доц., зав. каф. нейротехнологий

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.