

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Технические основы кибернетики

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Биоинформатика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 Технические основы кибернетики относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1: Знает структуру жизненного цикла проекта УК-2.2: Умеет адаптировать жизненный цикл под специфику конкретных проектов УК-2.3: Владеет методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1: Знает типы математических методов для решения предлагаемого проекта УК-2.2: Умеет адаптировать математические системы в зависимости от специфики конкретного проекта УК-2.3: Владеет навыками разработки и анализа теоретических моделей кибернетических систем для обработки информации	Опрос Практическое задание	Экзамен: Контрольные вопросы
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: Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности ПК-1.2: Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности ПК-1.3: Имеет навыки	ПК-1.1: Знает возможности применения математических методов для моделирования различных кибернетических систем. ПК-1.2: Умеет работать различными типами преобразований математических систем и обоснованно делать выбор в пользу конкретного мат. метода. ПК-1.3:	Опрос Тест	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

	руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений	Владеет навыками для моделирования сложных кибернетических систем с использованием современных методов, адаптированных к решению конкретной кибернетической задачи.		
--	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	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 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Тема 1: Предмет и содержание лекционного курса	16	4		4	12
Тема 2: Управляемые динамические системы	21	7		7	14
Тема 3: Линейные системы автоматического регулирования. Операционные системы и операционные исчисления	20	7		7	13
Тема 4: Нелинейные системы автоматического регулирования и методы их исследования	20	7		7	13
Тема 5: Динамические модели живых систем	20	7		7	13

Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	144	32	0	34	65

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1: Предмет и содержание лекционного курса

Тема 2: Управляемые динамические системы

Тема 3: Линейные системы автоматического регулирования. Операционные системы и операционные исчисления

Тема 4: Нелинейные системы автоматического регулирования и методы их исследования

Тема 5: Динамические модели живых систем

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции УК-2:

1. Составление уравнения динамики
2. Переходный процесс (виды, характеристики, типовые воздействия)
3. Показатели качества переходного процесса
4. Амплитудно-частотная характеристика системы
5. Устойчивость и гомеостаз
6. Условия устойчивости

7. Определение устойчивости по поведению годографа
8. Колебательные и автоколебательные переходные процессы
9. Анализ реакции на типовые входные воздействия
10. Импульсная переходная функция

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Классическое определение понятия кибернетики
2. Концепция «черного ящика»
3. Замкнутые и разомкнутые системы
4. Отрицательная и положительная обратные связи
5. Построение передаточных функций
6. Преобразование структурных схем
7. Классификация систем
8. Методы математического описания
9. Линейные и нелинейные системы
10. Входные и выходные переменные

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в полном объеме, соответствующем программе подготовки, допускаются несколько негрубых ошибок.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции УК-2:

1. Какие виды метрик используются при описании объекта управления?
2. Каким образом возможно осуществить переход от качественной метрики к количественной?
3. Для чего необходимо применять масштабирование значений характеристик объекта?

4. Чем отличается функциональное масштабирование от нефункционального?
5. Как осуществляется линейное масштабирование?
6. Что такое «мера»?

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задание выполнено, допускаются незначительные недочеты
не зачтено	Задание не выполнено

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

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.

1. Дайте определение предельного цикла:

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

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в полном объеме, соответствующем программе подготовки, допускаются несколько негрубых ошибок.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. Ошибок нет.	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 отдельным и 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 базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 оценивания 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».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-2

Вопрос
Математическая модель динамической системы, основанная на понятии состояния. Классификация. Геометризация
Основные задачи динамических систем.
Преобразование Лапласа и Фурье. Связь между ними. Метод операционных исчислений.
Z-преобразование. Связь с преобразованием Лапласа. Метод операционных исчислений.
Функциональная модель динамической системы. Понятие динамического звена. Классификация. Сравнение модели, основанной на понятии состояния и функциональной модели
Коэффициент передачи, переходные функции и частотные характеристики непрерывного звена
Коэффициент передачи, переходные последовательности и частотные характеристики дискретного звена
Обобщение понятия динамического звена. Матричный коэффициент передачи. Временное и частотное описание

Устойчивость дискретного звена. Критерий Шура-Кона
Устойчивость непрерывного динамического звена. Критерий Рауса- Гурвица.
Устойчивость состояний равновесия динамических систем: устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость
Метод линеаризации для состояний равновесия динамических систем на прямой.
Построение фазовой прямой.
Двукратное равновесие на прямой.
Линейные системы на плоскости: характеристические показатели линейных систем
Классификация состояний равновесия линейных систем на плоскости.
Грубые состояния равновесия на плоскости: классификация.
Построение фазовой плоскости нелинейного осциллятора.
Критерий Рауса-Гурвица.
Бифуркация Андронова-Хопфа.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Вопрос
Математическая модель динамической системы, основанная на понятии состояния. Классификация. Геометризация
Основные задачи динамических систем.
Преобразование Лапласа и Фурье. Связь между ними. Метод операционных исчислений.
Z-преобразование. Связь с преобразованием Лапласа. Метод операционных исчислений.
Функциональная модель динамической системы. Понятие динамического звена. Классификация. Сравнение модели основанной на понятии состояния и функциональной модели
Коэффициент передачи, переходные функции и частотные характеристики непрерывного звена
Коэффициент передачи, переходные последовательности и частотные характеристики дискретного звена

Обобщение понятия динамического звена. Матричный коэффициент передачи. Временное и частотное описание
Устойчивость дискретного звена. Критерий Шура-Кона
Устойчивость непрерывного динамического звена. Критерий Рауса- Гурвица.
Устойчивость состояний равновесия динамических систем: устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость
Метод линеаризации для состояний равновесия динамических систем на прямой.
Построение фазовой прямой.
Двукратное равновесие на прямой.
Линейные системы на плоскости: характеристические показатели линейных систем
Классификация состояний равновесия линейных систем на плоскости.
Грубые состояния равновесия на плоскости: классификация.
Построение фазовой плоскости нелинейного осциллятора.
Критерий Рауса-Гурвица.
Бифуркация Андронова-Хопфа.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в полном объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
отлично	Уровень знаний в полном объеме, соответствующем программе подготовки, есть незначительные погрешности.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущена 1 негрубая ошибка
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие ответа.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

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) $\dot{x} = x(\mu - ex)$

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

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

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

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

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

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

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в полном объеме, соответствующем программе подготовки,

Оценка	Критерии оценивания
	без ошибок.
отлично	Уровень знаний в полном объеме, соответствующем программе подготовки, есть незначительные погрешности.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущена 1 негрубая ошибка
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие ответа.

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

Основная литература:

1. Ремизов Александр Николаевич. Медицинская и биологическая физика : учебник. - 4-е изд., испр. и перераб. - М. : Гэотар-Медиа, 2012. - 648 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-1924-3 : 630.00., 8 экз.
2. Мозер Юрген. Заметки о динамических системах = Notes on Dynamical Systems / пер. с англ. Ю. В. Колесниченко ; под ред. А. В. Борисова. - М. ; Ижевск : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Ин-т компьютер. исслед., 2011. - 356 с. - (Библиотека журнала "Регулярная и хаотическая динамика"). - ISBN 978-5-4344-0028-2 : 300.00., 1 экз.
3. Мозер Юрген. Устойчивые и хаотические движения в динамических системах = Stable and Random Motions in Dynamical Systems / пер. с англ. Т. Г. Возмищевой, под науч. ред. П. Е. Голубцова. - М. : НИЦ "Регулярная и хаот. динамика", Ин-т компьютер. исслед., 2010. - 184 с. - (Библиотека журнала "Регулярная и хаотическая динамика"). - ISBN 978-5-93972-865-2 : 170.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Биофизика : учеб. для студентов вузов / под ред. В. Ф. Антонова. - Изд. 3-е, испр. и доп. - М. : Владос, 2006. - 287 с. - ISBN 5-691-01037-9 : 110.00., 1 экз.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика : учебник / Ремизов А.Н. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-7498-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=839386&idb=0>.
3. Ильин В. А. Основы математического анализа: В 2-х ч. Часть I. Ч. 1. Основы математического

анализа: В 2-х ч. Часть I / Ильин В. А., Позняк Э. Г. - 7-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 648 с. - Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов физических специальностей и специальности "Прикладная математика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0902-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781681&idb=0>.

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

<http://www.scholarpedia.org/article/STDP>

http://www.scholarpedia.org/article/Models_of_synaptic_plasticity <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
[webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com) www.scopus.com

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Казанцев Виктор Борисович, доктор физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Матросов Валерий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023, протокол № 09/23.