

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

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г., № 6

Рабочая программа дисциплины

Теоретические основы кибернетики

Уровень высшего образования

Специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

30.05.03 Медицинская кибернетика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Врач-кибернетик

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

Специалист

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год начала

подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.ДВ.02.01 Теоретические основы кибернетики относится к части ООП направления подготовки 30.05.03 Медицинская кибернетика, 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-14. Способность анализировать научную, клиническую, нормативно-правовую и справочную информации, учебную литературу и другие источники для определения перспективных направлений научных исследований и построения информационных моделей	<p>ПК-14.1. Анализирует научную, клиническую, нормативно-правовую и справочную информации, учебную литературу и другие источники для определения перспективных направлений научных исследований и построения информационных моделей.</p> <p>ПК-14.2. Формирует собственную точку зрения на основе анализа научной, клинической, нормативно-правовой и справочной информации, учебной литературы и других источников при определении перспективных направлений научных исследований и построения информационных моделей.</p> <p>ПК-14.3. Демонстрирует интегративные умения использовать научную, клиническую, нормативно-правовую и справочную информации, учебную литературу и другие источники для определения перспективных направлений научных исследований и построения информационных моделей.</p>	<p>ПК-14.1: Знает возможности применения математических методов и базовый понятийный аппарат нейрокибернетики для моделирования различных кибернетических систем и прогнозирования их поведения</p> <p>ПК-14.2: Умеет формулировать математическое описание процессов, происходящих в кибернетических системах и обоснованно делать выбор в пользу конкретного мат. метода.</p> <p>ПК-14.3 Владеет навыками для моделирования сложных кибернетических систем с использованием современных методов, адаптированных к решению конкретной кибернетической задачи</p>	Тестирование Практическое задание

3. Структура и содержание дисциплины

Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	75
КСР	1
Промежуточная аттестация – Зачет/экзамен	

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				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1: Предмет и содержание лекционного курса.	9	2	0	0	2	15
Управляемые динамические системы.	13	4	0	0	3	10
Линейные системы автоматического регулирования. Операционные системы и операционные исчисления.	13	3	0	0	4	10
Нелинейные системы автоматического регулирования и методы их исследования.	13	3	0	0	3	15

Динамические модели живых систем.	13	4	0	0	4	20
КСР	1					
Итого	108	16	0	0	16	75

Практические занятия 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 в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 6 ч.

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 «Znanium.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:

Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций					
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично
	не зачтено		зачтено			

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретическ	Уровень знаний ниже минимальн ых	Минимальн о допустимый уровень знаний.	Уровень знаний в объеме, соответствую щем	Уровень знаний в объеме, соответствую щем	Уровень знаний в объеме, соответству ющем	Уровень знаний в объеме, превышаю щем
---------------	-------------------------------------	--	--	---	---	---	---

	ого материала. Невозможн ость оценить полноту знаний вследствие отказа обучающег ося от ответа	требований. Имели место грубые ошибки.	Допущено много негрубых ошибки.	программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	программе подготовки. Допущено несколько несущественн ых ошибок	программе подготовки, без ошибок.	программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальн ых умений . Невозможн ость оценить наличие умений вследствие отказа обучающег ося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонст рированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонст рированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несуществе нными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонст рированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, 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 минимальн 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
	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»,

зачтено		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»

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
Математическая модель динамической системы, основанная на понятии состояния. Классификация. Геометризация.	ПК-14
Основные задачи динамических систем.	ПК-14
Преобразование Лапласа и Фурье. Связь между ними. Метод операционных исчислений.	ПК-14
Z-преобразование. Связь с преобразованием Лапласа. Метод операционных исчислений.	ПК-14
Функциональная модель динамической системы. Понятие динамического звена. Классификация. Сравнение модели основанное на понятии состояния и функциональной модели	ПК-14
Коэффициент передачи, переходные функции и частотные характеристики непрерывного звена	ПК-14
Коэффициент передачи, переходные последовательности и частотные характеристики дискретного звена	ПК-14
Обобщение понятия динамического звена. Матричный коэффициент передачи. Временное и частотное описание	ПК-14
Устойчивость непрерывного динамического звена. Критерий Рауса-Гурвица.	ПК-14
Устойчивость дискретного звена. Критерий Шура-Кона	ПК-14

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-14

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.

Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-14

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) $\dot{x} = x + \mu x/(1+x^2)$

$$6) \quad \dot{x} = \gamma + \cos 2\varphi$$

$$7) \quad \varphi' = \gamma \cos \varphi - \sin 2\varphi$$

$$8) \quad \varphi' = 4 \sin \varphi / (\gamma - 4 \sin \varphi)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\dot{x} = y$$

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

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

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 $w(t)$:

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

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

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

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

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 ОС ННГУ

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 Института биологии и биомедицины от 06.09.2022 года, протокол № 1