

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

"Красноярский государственный медицинский университет
имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого"

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Медико-психолого-фармацевтический факультет

Кафедра медицинской кибернетики и информатики

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

"Теоретические основы кибернетики"

уровень специалитета

очная форма обучения

срок освоения ОПОП ВО - 6 лет

2023 год

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Красноярский государственный медицинский университет
имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого"
Министерства здравоохранения Российской Федерации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной,
воспитательной работе
и молодежной политике
д.м.н., доцент
И.А. Соловьева

27 июня 2023

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплины «Теоретические основы кибернетики»

Для ОПОП ВО по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика. Направленность (профиль): Медицинская кибернетика

Уровень специалитета

Очная форма обучения

Срок освоения ОПОП ВО - 6 лет

Медико-психолого-фармацевтический факультет

Кафедра медицинской кибернетики и информатики

Курс - III, IV

Семестр - VI, VII

Лекции - 52 час.

Практические занятия - 150 час.

Самостоятельная работа - 86 час.

Экзамен - VII семестр (36 ч.)

Всего часов - 324

Трудоемкость дисциплины - 9 ЗЕ

2023 год


При разработке рабочей программы дисциплины в основу положены:

1) ФГОС ВО по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 13 августа 2020 № 1006.


2) Учебный план по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика, утвержденный Ученым Советом ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России (протокол № 5 от 17 мая 2023 г.).

3) Стандарт организации «Учебно-методический комплекс дисциплины (модуля). Часть I. Рабочая программа дисциплины (модуля). СТО СМК 8.3.05-21. Выпуск 3.»


Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры (протокол № 13 от 23 июня 2023 г.)

Заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики  к.б.н. Шадрин К.В.

Согласовано:

Декан  к.б.н. Шадрин К.В.

26 июня 2023 г.

Председатель методической комиссии по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика 
к.ф.-м.н. Апанович М.С.

Программа заслушана и утверждена на заседании ЦКМС (протокол № 12 от 27 июня 2023 г.)

Председатель ЦКМС  д.м.н., доцент Соловьева И.А.

Авторы:

- к.б.н. Шадрин К.В.

- д.м.н., профессор Виноградов К.А.

- к.ф.-м.н. Апанович М.С.

1. Вводная часть

1.1. Планируемые результаты освоения образовательной программы по дисциплине

Цель освоения дисциплины "Теоретические основы кибернетики" состоит в получении необходимой математической подготовки для решения задач, связанных с моделированием систем управления, обработкой информации, проектированием биотехнических систем различного назначения.

1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

1.2.1. Дисциплина «Теоретические основы кибернетики» относится к блоку Б1 - «Дисциплины (модули)».

Дифференциальное и интегральное исчисление

Знания: основ математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, элементов прикладной математики, математического моделирования и обработки результатов измерения.

Умения: применять необходимые методы математического анализа, выбрать соответствующий математический аппарат для решения и контроля правильности решения.

Навыки: владения аппаратом для исследования функции и построения графиков, методами нахождения дифференциала функции и решения дифференциального уравнения, методами обработки экспериментальных медико-биологических и клинических данных.

Математика (школьный курс)

Знания: символического языка алгебры, приемов решения алгебраических уравнений и систем уравнений, основных тригонометрических формул, действия со степенями и логарифмами.

Умения: работать с учебными математическими текстами, извлекать информацию, представленную в таблицах, на графиках, пользоваться оценкой и прикидкой при практических расчетах.

Навыки: владения способами решения простейших алгебраических уравнений, нахождения производных элементарных алгебраических функций, построения графиков элементарных функций, приведения дробей к общему знаменателю.

2.2. Разделы дисциплины (модуля), компетенции и индикаторы их достижения, формируемые при изучении

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Темы разделов дисциплины	Код формируемой компетенции	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3	4	5
1.	Основы теории систем и задачи автоматического управления			
		Основные положения кибернетики и свойства биосистем. Понятие и история кибернетики. Место кибернетики в системе наук. Научные направления кибернетики. Метод кибернетики. Формулировка задачи управления. Определение объекта управления, управляющего и сравнивающего устройств. Передаточная функция. Построение структурных схем. Соотнесение элементов структурной схемы с реальными объектами.	ПК-9	ПК-9.1
		Основные положения кибернетики и системы управления. Формулировка задачи управления. Определение объекта управления, управляющего и сравнивающего устройств. Построение структурных схем. Соотнесение элементов структурной схемы с реальными объектами.	ПК-9	ПК-9.1
		Основы теории автоматического управления. Виды объектов управления. Построение структурных схем для различных видов управления: по заданию, о возмущению, по ошибке. Определение типа обратной связи по реакции объекта на внешнее возмущающее воздействие. Преобразование структурных схем. Вывод общей передаточной функции.	ПК-9	ПК-9.1
		Преобразование структурных схем. Вывод общей передаточной функции.	ПК-9	ПК-9.1
		Анализ сигнальных графов. Определение узлов, путей, касающихся контуров, не касающихся контуров. Нахождение комбинаций не касающихся друг друга путей, контуров. Вычисление величин путей, контуров, графов.	ПК-9	ПК-9.1
		Переход от структурной схемы системы управления к сигнальному графу.	ПК-9	ПК-9.1
		Нахождение общей передаточной функции системы управления с помощью формулы Мэйсона.	ПК-9	ПК-9.1

		Контрольная работа: Описание процессов управления: структурные схемы и сигнальные графы. Тест: основные положения кибернетики, виды кибернетики, виды объектов управления, типы систем автоматического управления, классификация математических моделей систем. Решение задач: 1) построение структурной схемы процесса управления и нахождение ее общей передаточной функции; 2) переход от структурной схемы к сигнальному графу, нахождение общей передаточной функции.	ПК-9	ПК-9.1
2.	Математические модели в изучении управляющих систем			
		Модели процессов управления в виде сигнальных графов. Понятие графа, узла, ветви. Виды графов. Аналогия между элементами сигнального графа и структурной схемы. Нахождение общей передаточной функции системы управления с использованием формулы Мэйсона.	ПК-9	ПК-9.1
		Принципы построения моделей с использованием компьютерных программ. Ввод данных. Задание векторов, матриц. Построение графиков и их оформление. Написание вспомогательных программ (файлов-функций).	ПК-9	ПК-9.1
		Методы синтеза математических моделей в виде дифференциальных уравнений. Методология законов сохранения. Переход от формулировки закона сохранения к математической модели. Построение моделей в виде дифференциальных уравнений первого и второго порядков. Интерпретация результатов.	ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Методы синтеза математических моделей в виде систем дифференциальных уравнений. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений (фазовые траектории). Синтез моделей в виде систем дифференциальных уравнений.	ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с использованием компьютера. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем с использованием компьютера. Анализ результатов моделирования. Исследование моделей с использованием качественной теории дифференциальных уравнений при различных начальных условиях.	ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Основы построения моделей с использованием компьютерных программ. Ввод данных. Операции с векторами и матрицами.	ПК-9	ПК-9.1
		Оформление результатов моделирования в виде графиков.	ПК-9	ПК-9.1
		Написание вспомогательных программ (файлов-функций) для упрощения процесса моделирования.	ПК-9	ПК-9.1

		Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем с использованием компьютерных программ.	ПК-9	ПК-9.1
		Построение и анализ фазовых траекторий поведения системы. Определение вида фазовой траектории. Построение фазового портрета.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Компьютерный анализ математических моделей, построенных в виде дифференциальных уравнений и их систем. Графическое представление результатов моделирования. Анализ поведения системы (динамика, фазовые траектории).	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Построение математических моделей в виде дифференциальных уравнений и их систем.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Контрольная работа: Математическое описание биообъектов. Тест. Решение задач: качественный и количественный анализ поведения системы, графическое представление результатов.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
3.	Анализ и преобразование сигналов			
		Введение в теорию анализа сигналов. Понятие сигнала. Сигналы и их виды. Детерминированные и случайные сигналы. Непрерывные и импульсные сигналы. Шумы и помехи. Задачи обработки сигналов: обнаружение, фильтрация, оценка параметров. Ряды и интеграл Фурье. Гармонический анализ. Сходимость ряда Фурье. Преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье. Гармонические колебания. Аппроксимация сигналов.	ПК-9	ПК-9.1
		Спектральный анализ и его применение в процессе обработки сигналов. Понятие спектра. Задачи спектрального анализа. Спектры сигналов. Построение спектра мощности. Вычисление мощности спектра.	ПК-9	ПК-9.1
		Операционное исчисление. Преобразование Лапласа. Интеграл Лапласа. Аналитичность изображения. Формула обращения. Связь преобразований Фурье и Лапласа. Свойства преобразования Лаплас. Определение оригинала по изображению. Решение линейных дифференциальных уравнений.	ПК-9	ПК-9.1
		Применение преобразования Лапласа при решении задач теории автоматического управления. Передаточные функции и частотные характеристики системы. Определение процессов в системах автоматического управления.	ПК-9	ПК-9.1
		Аппроксимация сигналов. Проведение интерполяции.	ПК-9	ПК-9.1
		Применение преобразования Фурье к анализу непрерывных сигналов.	ПК-9	ПК-9.1

		Разложение сигнала в ряд Фурье. Построение амплитудного и частотного спектров.	ПК-9	ПК-9.1
		Построение спектра сигнала. Анализ спектра сигнала в условиях шума. Определение гармонических составляющих.	ПК-9	ПК-9.1
		Применение прямого и обратного преобразования Лапласа к анализу непрерывных сигналов.	ПК-9	ПК-9.1
		Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа.	ПК-9	ПК-9.1
		Использование преобразований Лапласа для вычисления передаточных функций и частотных характеристик системы.	ПК-9	ПК-9.1
		Использование преобразований Лапласа для определения процессов в системах автоматического управления.	ПК-9	ПК-9.1
		Контрольная работа: Анализ и преобразование сигналов. 1) тест; 2) аппроксимация экспериментальных данных некоторой зависимостью; 3) нахождение коэффициентов ряда Фурье; 4) определение процессов, протекающих в системе управления.	ПК-9	ПК-9.1
		Проектирование фильтров с бесконечной и конечной импульсной характеристикой.	ПК-9	ПК-9.1
		Построение частотного спектра и импульсного ответа фильтра.	ПК-9	ПК-9.1
4.	Теория оптимизации			
		Оптимизация и оценка параметров в медико-биологических исследованиях. Постановка задачи оптимизации и ее связь с оценкой параметров. Виды критериев оптимизации: критерий среднеквадратичной ошибки, интегральные, минимаксные и стоимостные критерии. Прямые методы отыскания экстремума. Унимодальная функция и ее свойства. Критерий качества прямого поиска экстремума. Оптимальная стратегия пассивного поиска экстремума. Парный эксперимент. Методы последовательного поиска экстремума: дихотомии, Фиббоначи, золотого сечения. Метод парабол.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

		Многомерный поиск экстремума и решение задач оптимизации при наличии ограничений на переменные. Особенности многомерного поиска экстремума. Метод случайного поиска. Рельеф функции. Градиентные методы поиска экстремума. Поиск экстремума в случае овражного рельефа функции Постановка задачи линейного программирования. Целевая функция задачи линейного программирования. Область допустимых решений. Методы решения задач линейного программирования: геометрический, метод перебора вершин, симплекс-метод. Построение оптимального плана. Двойственная задача линейного программирования. Определение оптимальной стратегии планирования посредством решения прямой и двойственной задачи линейного программирования.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Нахождение экстремумов функции одной и нескольких переменных.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Формулировка и решение задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация решения.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Формулировка и решение двойственной задачи линейного программирования.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Определение оптимальной стратегии планирования. Формулировка прямой и двойственной задачи линейного программирования.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Определение оптимальной стратегии планирования. Решение задачи линейного программирования.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Контрольная работа: Оптимизация. Теория информации. Кодирование. Фильтрация. 1) тест; 2) решение оптимизационной задачи; 3) кодирование/раскодирование сообщений; 4) проектирование фильтра.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
5.	Теория информации, кодирования и фильтрации			

		<p>Основные понятия теории информации и кодирования. Понятия информации, канала связи, линии связи, систем передачи информации. Количественная оценка информации по Хартли. Вероятностное определение информации по Шеннону. Единица измерения информации. Количество информации, содержащееся в единичном сообщении. Среднее количество информации, приходящееся на символ сообщения. Энтропия системы, как мера неопределенности состояния системы. Свойства энтропии. Условная энтропия. Энтропия объединения систем. Связь энтропии и информации. Кодовое слово. Не перекрывающиеся (мгновенные) коды. Кодовое дерево. Дешифрация сообщений с использованием кодового дерева. Экономичность кодирования. Средняя длина кодового слова. Методы оптимального кодирования Шеннона-Фано и Хафмена. Кодовое расстояние. Помехозащищенный код Хемминга. Синдром ошибки.</p>	ПК-9	ПК-9.1
		<p>Проектирование фильтров. Фильтрация. Аналоговые и цифровые фильтры. Импульсные характеристики фильтров. Проектирование аналоговых фильтров. БИХ- и КИХ-фильтров.</p>	ПК-9	ПК-9.1
		<p>Основные понятия теории информации. Определение количества информации, содержащейся в единичном сообщении. Связь энтропии и информации, определение энтропии системы.</p>	ПК-9	ПК-9.1
		<p>Кодирование сообщений. Построение кодового дерева. Раскодирование. Построение оптимального кода методами Шеннона-Фано и Хафмена. Обнаружение и исправление ошибок в коде. Генерация помехозащитного кода Хемминга.</p>	ПК-9	ПК-9.1
6.	Теория распознавания образов			
		<p>Геометрический подход к распознаванию образов. Постановка задачи распознавания образов. Понятие объекта, класса, признака. Виды признаков. Основные методы распознавания образов: эвристические, математические, лингвистические. Геометрический подход к распознаванию образов. Расстояние и мера сходства. Расстояние между точкой и множеством. Внутримножественное расстояние. Способы определения расстояния между множествами. Линейные дискриминантные функции. Случаи линейной разделимости классов. Обобщенные линейные дискриминантные функции.</p>	ПК-9	ПК-9.1
		<p>Кластеризация. Классификация по принципу минимума расстояния. Выбор эталонных элементов класса. Кластеризация. Алгоритмы кластеризации. Алгоритм порогового расстояния. Правило ближайшего соседа и q-БС правило. Алгоритмы максиминного расстояния и K-групповых средних. Иерархическая кластеризация. Оценка результатов кластеризации и критерии качества распознавания.</p>	ПК-9	ПК-9.1

		Методы обучения распознаванию. Параметрические и непараметрические модели обучения распознаванию образов. Обучение с учителем и без учителя. Модель и алгоритм перцептрона. Нейронные сети. Виды нейронных сетей.	ПК-9	ПК-9.1
		Анализ и распознавание изображений. Представление зрительной информации. Функция интенсивности изображения. Дискретизация изображения. Дифференцирование изображения. Сглаживание изображения. Сравнение с эталоном в случаях геометрического и статистического подхода к распознаванию зрительного образа. Функция взаимной корреляции. Представление цветного изображения.	ПК-9	ПК-9.1
		Сегментация изображений.	ПК-9	ПК-9.1
		Распознавание образов с использованием иерархической кластеризации. Определение расстояния между точками. Построение иерархического дерева.	ПК-9	ПК-9.1
		Оценка качества построения иерархического дерева и разделение множества на кластеры.	ПК-9	ПК-9.1
		Кластеризация методом k-средних.	ПК-9	ПК-9.1
		Использование результатов кластеризации для классификации новых образов.	ПК-9	ПК-9.1
		Использование нейронных сетей для решения задач аппроксимации.	ПК-9	ПК-9.1
		Определение процента жира на теле с использованием нейронных сетей. Ролевая игра.	ПК-9	ПК-9.1
		Регистрация и преобразование изображений. Построение гистограммы интенсивностей изображения.	ПК-9	ПК-9.1
		Зашумление и фильтрация изображений.	ПК-9	ПК-9.1
		Сегментация изображений методом анализа пикселей.	ПК-9	ПК-9.1
		Сегментация изображений методом анализа текстур.	ПК-9	ПК-9.1
		Коллоквиум: Теория распознавания образов.	ПК-9	ПК-9.1
7.	Управление в биологии и медицине, моделирование биотехнических систем			
		Общие принципы проектирования биотехнических систем. Классификация биотехнических систем (БТС) по целевым задачам и методам. Этапы проектирования БТС. Моделирование БТС. Основные принципы проектирования БТС разных классов. Понятие дозы. Классификация видов воздействия на биообъект. Зависимость доза - эффект.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3

		Проектирование диагностических систем для анализа сигналов и изображений.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Проектирование биотехнических систем для лабораторной диагностики.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Основы проектирования терапевтических и хирургических биотехнических систем. Принципы проектирования биотехнических систем (БТС) для ультразвукового чрескожного введения лекарственных веществ. Принципы проектирования биотехнических систем (БТС) для ультразвуковой хирургии мягких биотканей.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Основы проектирования искусственных органов и систем жизнеобеспечения. Принципы проектирования биотехнических систем (БТС) для регулирования гликемии. Принципы проектирования БТС для искусственного очищения крови. Основы проектирования искусственной печени. Основы проектирования искусственного сердца.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Нейрокибернетика и бионика. Модели электрической активности нейрона. Структурно-функциональные модели нейрона. Модели взаимодействия биосистем со средой. Модели взаимодействия зрительного и двигательного анализаторов. Бионика. Нейрочипы и нейрокомпьютеры.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Спектральный анализ кардиограмм как метод функциональной диагностики в биотехнических системах. Построение спектра кардиограммы.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Анализ регуляторных механизмов вегетативной нервной системы с использованием спектрального анализа.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Синтез структурной схемы диагностической системы для функциональной и лабораторной диагностики.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Нейрокибернетика и бионика. Ролевая игра.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Коллоквиум: Моделирование биотехнических систем.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3