

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**

**"Физиологическая кибернетика"**

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "И.А. Соловьева", written over a horizontal line.

**27 июня 2023**

## **АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплины «Физиологическая кибернетика»

Для ОПОП ВО по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика. Направленность  
(профиль): Медицинская биофизика

Уровень специалитета

Очная форма обучения

Срок освоения ОПОП ВО - 6 лет

Медико-психолого-фармацевтический факультет

Кафедра медицинской кибернетики и информатики

Курс - IV

Семестр - VII, VIII

Лекции - 66 час.

Практические занятия - 132 час.

Самостоятельная работа - 90 час.

Экзамен - VIII 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 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 13 августа 2020 № 1002.


2) Учебный план по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, 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 30.05.02 Медицинская биофизика  к.ф.-м.н., доцент Романова Н.Ю.

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 "Физиологическая кибернетика" состоит в овладении основами применения основных принципов и методов математического моделирования для создания математических моделей физиологических систем различного уровня организации и использовании математических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения соответствующих систем организма человека.

### 1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

1.2.1. Дисциплина «Физиологическая кибернетика» 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 методами математического аппарата, методами обработки экспериментальных медико-биологических и клинических данных.

#### Общая биофизика

**Знания:** основных закономерностей биофизических процессов и явлений в организме и клетке, методологии биофизических исследований, уравнений ферментативной кинетики.

**Умения:** оценивать молекулярную организацию и биофизические свойства мембранных структур, решать ситуационные задачи по конкретным медицинским параметрам.

**Навыки:** владения методами биофизических исследований, статистической обработки результатов биофизических исследований.

#### Физиология

**Знания:** функциональных систем организма человека, их регуляции и саморегуляции при воздействии внешней среды, закономерностей функционирования отдельных органов и систем.

**Умения:** количественно и качественно оценивать физиологические показатели деятельности различных органов и систем в норме, использовать программные системы для обработки экспериментальных и клинических данных, изучения биохимических и биофизических процессов в организме.

**Навыки:** владения биометрическими методами обработки экспериментальных медико-биологических и клинических данных.

#### Биохимия

**Знания:** теоретических и методологических основ биохимии, физико-химических и биохимических процессов в живом организме, основных биохимических лабораторных показателей, используемых для диагностики различных заболеваний, видов обмена веществ, основных метаболических путей и их регуляции.

**Умения:** записывать биохимические реакции.

**Навыки:** владения методами анализа биохимических реакций и метаболических путей.

## 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.	Введение в математические методы описания физиологических систем			
		Графическое представление биохимической системы. Правила записи биохимических реакций. обозначения субстратных потоков. Построение метаболической сети. Определение зависимых и независимых переменных.	ПК-7	ПК-7.5
		Введение в физиологическую кибернетику. Понятие кибернетики и физиологической кибернетики. Задачи физиологической кибернетики. Метод физиологической кибернетики. Уровни организации живого организма. Принципы разделения биологической системы на подсистемы. Взаимодополняемость методов количественного описания биологических объектов. Формулировка задачи управления. Определение объекта управления. Виды объектов управления. Передаточная функция биологического объекта. Построение структурных схем. Принципы управления: по заданию, о возмущению, по ошибке. Понятие метаболической карты.	ПК-7	ПК-7.5
		Составление простейших моделей динамики биообъектов в виде дифференциальных уравнений.	ПК-7	ПК-7.5
		Методы синтеза математических моделей в виде дифференциальных уравнений и их систем. Методология законов сохранения. Виды математических моделей биообъектов. Переход от формулировки закона сохранения к математической модели. Построение моделей в виде дифференциальных уравнений первого и второго порядков. Построение моделей в виде систем дифференциальных уравнений первого порядка.	ПК-7	ПК-7.5
		Построение и анализ фазовых траекторий поведения системы (линейные системы). Определение вида фазовой траектории. Построение фазового портрета.	ПК-7	ПК-7.5
		Элементы качественной теории дифференциальных уравнений при исследовании биосистем. Модели качественные и количественные. Фазовые траектории и понятие устойчивости. Первые интегралы. Переход к безразмерным переменным.	ПК-7	ПК-7.5

		Построение и анализ фазовых траекторий поведения системы (нелинейные системы). Линеаризация системы. Определение вида фазовой траектории. Построение фазового портрета.	ПК-7	ПК-7.5
		Численное моделирование поведения биологических систем с использованием прикладных программ. Алгоритм решения задачи. Формулировка условия задачи в терминах компьютерных переменных. Визуализация решения. Анализ решения.	ПК-7	ПК-7.5
		Имитационное моделирование биологических систем.	ПК-7	ПК-7.5
		Визуализация поведения биообъектов с использованием прикладных программ. Методы построения графиков. Создание файлов-сценариев (файлов-функций).	ПК-7	ПК-7.5
		Компьютерный анализ поведения моделей биологических систем, построенных в виде дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Численное решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.	ПК-7	ПК-7.5
		Построение имитационных моделей функционирования биологических систем.	ПК-7	ПК-7.5
		Коллоквиум: Математическое моделирование поведения биообъектов на молекулярном уровне. 1. Тест. 2. Ответ на теоретический вопрос. 3. Решение задачи.	ПК-7	ПК-7.5
2.	Математическое моделирование биообъектов на молекулярном уровне			
		Моделирование молекулярных систем и принципы системной биологии (System Biology).	ПК-7	ПК-7.5
		Принципы моделирования проточных ферментативных реакций. Закон действующих масс. Метод стационарных концентраций. Метод квазиравновесного приближения. Определение скорости протекания ферментативной реакции.	ПК-7	ПК-7.5
		Описание и анализ динамики ферментативных реакций.	ПК-7	ПК-7.5
		Определение скорости протекания реакций. Составление системы дифференциальных уравнений. Получение общего уравнения скорости протекания реакций с использованием метода стационарных концентраций и квазиравновесного приближения.	ПК-7	ПК-7.5

		Потоковое моделирование метаболических процессов (метод анализа стационарных метаболических потоков). Базы данных метаболических путей. Понятие метаболического потока. Формулировка стехиометрической модели в матричном виде. Представление стехиометрических моделей в виде системы линейных алгебраических уравнений и неравенств. Постановка задачи оптимизации для анализа стехиометрической модели. Виды целевых функций в задачах оптимизации метаболических путей. Выбор ограничений. Преимущества и недостатки стехиометрических моделей.	ПК-7	ПК-7.5
		Исследование динамики концентрации биохимических веществ.	ПК-7	ПК-7.5
		Использование потокового моделирования для описания метаболических процессов. Построение стехиометрической матрицы на основе метаболической цепочки. Постановка задачи линейного программирования для метаболических путей. Вычисление распределения величин метаболических потоков в клетке.	ПК-7	ПК-7.5
		Компартментальное моделирование динамики лекарственного вещества (один компартмент). Определение времени полувыведения вещества. Определение времени повторного введения вещества.	ПК-7	ПК-7.5
		Компартментальное моделирование динамики лекарственного вещества (два компартмента).	ПК-7	ПК-7.5
3.	Математическое моделирование действия лекарственных веществ			
		Математический (компартментальный) подход к изучению действия лекарственных веществ. Модели с одним компартментом. Компартментальные модели. Перенос веществ между компартментами. Модели с одним компартментом. Кривая вымывания. Время распада лекарственного вещества. Терапевтический показатель лекарственного вещества. Режимы введения лекарственного вещества. Фармакокинетическое моделирование.	ПК-7	ПК-7.5
		Модели с двумя компартментами. Компартмент источника. Компартмент стока.	ПК-7	ПК-7.5
		Модели с тремя компартментами. Замкнутые модели с тремя компартментами. Модели с центральным компартментом.	ПК-7	ПК-7.5
		Мульти-компартментальные модели.	ПК-7	ПК-7.5
4.	Математическое моделирование процесса взаимодействия клеточных популяций в организме			



		Моделирование иммунного ответа организма на попадание вирусов.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Компартментальное моделирование динамики лекарственного вещества (три и более компартментов). Моделирование процессов транспорта веществ через мембраны, гликолиза, клеточного дыхания.	ПК-7	ПК-7.5
		Построение и исследование поведения модели инфекционного заболевания при различных его формах (субклинической, острой, хронической, летальном исходе).	ОПК-5	ОПК-5.1
		Модели лимфоидной и эритроидной линий кроветворения.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Выявление условий изменения формы течения инфекционного заболевания путем анализа его математической модели.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Математические модели процесса кроветворения при попадании вирусов в организм.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Моделирование влияния температурной реакции организма на динамику заболевания.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Коллоквиум: Математическое моделирование действия лекарственных веществ и процессов взаимодействия клеточных популяций. 1. Тест. 2. Ответ на теоретический вопрос. 3. Решение задачи.	ПК-7, ОПК-5	ПК-7.5, ОПК-5.1
5.	Математическое моделирование физиологических систем организма человека			
		Моделирование процессов и нагрузок в костях человека (эластические свойства). Эластичность ткани тела человека (кости, связки, хрящи). Кривая Деформация-напряжение. Жесткость тканей. Подбор характеристик протезов.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование процессов и нагрузок в костях человека (вязкостные и вязкоэластичные свойства). Вязкоэластичность кости. Математические модели вязкоэластичности. Моделирование перелома кости.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование процессов и нагрузок в костях человека. Моделирование переломов костей.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование энергетического взаимодействия организма со средой.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Принципы построения моделей миокарда.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование движения жидкости через сосудистое русло.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Анализ функционирования сердечно-сосудистой системы.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование заболеваний сердечно-сосудистой системы.	ОПК-5	ОПК-5.3

		Моделирование работы миокарда. Моделирование с использованием модели упругого резервуара. Моделирование с использованием эквивалентных моделей.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование сердечно-сосудистых заболеваний.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Электрические и магнитные свойства тканей тела. Передача нервного импульса. Математическое моделирование возбудимой мембраны. Магнитное поле аксона. Электрические свойства сердца.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование процессов дыхания и легких.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Анализ электрических и магнитных свойств тканей тела.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Коллоквиум: Математическое моделирование физиологических систем организма человека. 1. Тест. 2. Ответ на теоретический вопрос. 3. Решение задачи.	ОПК-5	ОПК-5.3
6.	Моделирование взаимодействия систем организма с технической средой			
		Математические основы частотного анализа сигналов.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Математические основы частотно-временного анализа сигналов.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Частотный анализа сигналов.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Общие принципы проектирования биотехнических систем.	ОПК-5, ОПК-5	ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Частотный анализ электрокардиограмм и электроэнцефалограмм.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Проектирование биотехнических систем для лабораторной диагностики.	ОПК-5, ОПК-5	ОПК-5.2, ОПК-5.3
		Частотно-временной анализ сигналов.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Частотно-временной анализ электрокардиограмм и электроэнцефалограмм.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Основы проектирования искусственных органов.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Составление блок-диаграммы перфузионной установки для поддержания гомеостаза изолированных органов. Групповая дискуссия.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Управление в биотехнических системах для ex vivo перфузии органов.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Коллоквиум: Моделирование взаимодействия систем организма с технической средой 1. Тест. 2. Ответ на теоретический вопрос. 3. Решение задачи.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Бионика.	ПК-7, ОПК-5, ОПК-5, ОПК-5	ПК-7.5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3