

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', is written over a horizontal line.

**27 июня 2023**

## **АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплины «Физиологическая кибернетика»

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 - IV

Семестр - VII, VIII

Лекции - 68 час.

Практические занятия - 136 час.

Самостоятельная работа - 48 час.

Экзамен - VIII семестр (36 ч.)

Всего часов - 288

Трудоемкость дисциплины - 8 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 "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.

#### Механика

**Знания:** основных законов физики, физических явлений и процессов, законов механики, физических законов функционирования медицинской аппаратуры.

**Умения:** применять необходимые методы математического анализа обработки экспериментальных данных.

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

#### 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.	Моделирование кинетики ферментативных реакций			
		Введение. Понятие физиологической кибернетики. Задачи физиологической кибернетики. Уровни организации живого организма. Иерархия структур. Принципы разделения биологической системы на подсистемы. Взаимодополняемость методов количественного описания биологических объектов. Графическое представление биохимической системы. Правила построения метаболических карт.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Графическое представление биохимической системы. Правила записи биохимических реакций. обозначения субстратных потоков. Построение метаболической сети. Определение зависимых и независимых переменных.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Определение скорости протекания химических реакций. Составление системы дифференциальных уравнений. Получение общего уравнения скорости протекания химических реакций с использованием метода стационарных концентраций и квазиравновесного приближения.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Принципы моделирования проточных ферментативных реакций. Закон действующих масс. Метод стационарных концентраций. Метод квазиравновесного приближения. Метод графов.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Исследование динамики концентрации биохимических веществ.	ОПК-5	ОПК-5.1
		Моделирование ингибирования ферментативных реакций. Построение концентрационной динамики ферментативных реакций в присутствии ингибиторов (конкурентного и аллостерического).	ОПК-5	ОПК-5.1
		Построение и исследованием имитационных моделей биохимических реакций. Имитационное моделирование. Задачи, решаемые с использованием имитационных моделей. Методология построения имитационных моделей. Настройка моделей. Интерпретация результатов моделирования.	ПК-9	ПК-9.1
		Построение и исследование имитационных моделей биохимических реакций.	ПК-9	ПК-9.1
		Использование имитационного моделирования для анализа процесса дыхания (метаболический уровень).	ПК-9	ПК-9.1

		Коллоквиум: Моделирование процессов, протекающих в клетках методами ферментативной кинетики с использованием стехиометрического моделирования. 1. Тест. 2. Ответ на теоретический вопрос. 3. Решение задачи.	ПК-9, ОПК-5, ОПК-5	ПК-9.1, ОПК-5.1, ОПК-5.2
2.	Потоковые модели биохимических процессов			
		Построение и анализ цепочек биохимических реакций. Работа с базами данных и их использование при построении метаболических цепочек. Упрощение цепочек биохимических реакций. Переход от схемы метаболической сети к уравнениям.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Потоковое моделирование метаболических процессов (метод анализа стационарных метаболических потоков). 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.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Использование потокового моделирования для описания метаболических процессов. Анализ баз данных метаболических путей. Построение стехиометрической матрицы на основе метаболической цепочки. Постановка задачи линейного программирования для метаболических путей.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Проблема выбора целевых функций при потоковом моделировании метаболических систем. Выбор целевой функции. Отличие видов целевых функций для описания метаболизма бактериальных клеток, клеток иммунной системы, клеток целостных органов (печени), эритроцитов, скелетных мышц. Анализ распределения метаболических потоков.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Вычисление и анализ распределения стационарных метаболических потоков с использованием потоковой модели.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Описание метаболических процессов, протекающих в отдельных клетках (клеточных популяциях) и органах, с использованием метода баланса стационарных метаболических потоков. Вычисление распределения субстратных потоков в бактериальных клетках, в эритроцитах, в раковых клетках; в клетках печени, в скелетных мышцах, в миокарде.	ОПК-5	ОПК-5.2
		Альтернативные способы моделирования процессов, происходящих в клетке. Построение канонических моделей метаболических процессов в виде GMA- и S-систем.	ОПК-5	ОПК-5.2

3.	Математическое моделирование процесса развития инфекционного заболевания и систем клеточных популяций, взаимодействующих в организме			
		Принципы построения математических моделей популяционной динамики.	ПК-9	ПК-9.1
		Моделирование иммунного ответа организма на попадание вирусов. Математическая модель инфекционного заболевания. Построение модели. Качественный анализ модели заболевания.	ПК-9	ПК-9.1
		Математические модели процесса кроветворения. Модели процесса кроветворения. Модели лимфоидной, эритроидной и макрофаго-гранулоцитарной линий кроветворения. Математические модели процесса кроветворения при попадании вирусов в организм. Температурная реакция.	ПК-9	ПК-9.1
		Моделирование процесса кроветворения при попадании вирусов в организм.	ПК-9	ПК-9.1
		Составление простейших моделей динамики численности клеточных популяций.	ПК-9	ПК-9.1
		Принципы построения моделей биологических систем в виде блок-диаграмм.	ПК-9	ПК-9.1
		Построение простейших моделей развития раковой опухоли и распространения эпидемии инфекционного заболевания.	ПК-9	ПК-9.1
		Построение и исследование поведения модели инфекционного заболевания при различных его формах (субклинической, острой, хронической, летальном исходе). Групповая дискуссия.	ПК-9	ПК-9.1
		Примеры реализации моделей сложных биологических систем в виде блок-диаграмм. Выбор переменных. Преобразование сигнала источника. Использование пороговых решающих элементов и решающих элементов типа условие. Анализ результатов моделирования.	ПК-9	ПК-9.1
		Моделирование влияния температурной реакции организма на динамику заболевания.	ПК-9	ПК-9.1
		Выявление условий изменения формы течения инфекционного заболевания путем анализа его математической модели.	ПК-9	ПК-9.1
		Реализация простейших динамических моделей с использованием блок-диаграмм.	ПК-9	ПК-9.1
		Коллоквиум: моделирование процессов взаимодействия популяций. 1. Тест. 2. Ответ на теоретический вопрос. 3. Решение задачи.	ПК-9	ПК-9.1

4.	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 мышц.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Биомеханические процессы: моделирование статических процессов.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование процессов и нагрузок в костях человека.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Биомеханика: моделирование движения.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование переломов костей.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование энергетического взаимодействия организма со средой.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование движения жидкости через сосудистое русло.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование свойств кровеносных сосудов.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Принципы построения моделей миокарда.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Анализ функционирования сердечно-сосудистой системы.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Механика работы сердечно-сосудистой системы. Реологические свойства крови. Артериальный резервуар. Механика миокарда. Механика работы.	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
		Моделирование заболеваний сердечно-сосудистой системы.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование легких и процессов дыхания.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Моделирование процессов регуляции в организме человека.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Регуляция и обратные связи в организме. Обратная связь. Уровень усталости. Регуляция артериального давления. Регуляция во время физической работы.	ОПК-5	ОПК-5.3

		Моделирование процесса регуляции температуры.	ОПК-5	ОПК-5.3
		Коллоквиум: Математическое моделирование физиологических систем человека и взаимосвязанной работы органов.	ОПК-5	ОПК-5.3
5.	Математическое моделирование действия лекарственных веществ			
		Математический (компаратментальный) 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-9	ПК-9.1
		Определение концентрации лекарственного вещества (постоянная скорость введения) в крови с использованием математического моделирования.	ПК-9	ПК-9.1
		Модели с двумя компартментами. Компартмент источника. Компартмент стока.	ПК-9	ПК-9.1
		Определение концентрации лекарственного вещества (импульсное введение) в крови с использованием математического моделирования. Анализ имитационных моделей.	ПК-9	ПК-9.1
		Модели с тремя компартментами. Замкнутые модели с тремя компартментами. Модели с центральным компартментом.	ПК-9	ПК-9.1
		Использование математической модели распада лекарственного вещества для определения дозы однократного и многократного введения препарата.	ПК-9	ПК-9.1
		Мульти-компаратментальные модели.	ПК-9	ПК-9.1
		Моделирование действия лекарственного вещества при пероральном введении и нанесении на кожу.	ПК-9	ПК-9.1
6.	Моделирование взаимодействия систем организма с технической средой			
		Моделирование процессов управления в перфузионных системах. Технологическая схема перфузионной системы. Функциональная схема для перфузии органов.	ПК-9	ПК-9.1
		Моделирование функционирования изолированного органа в условиях искусственного гомеостаза.	ПК-9	ПК-9.1

		Составление блок-диаграммы перфузионной установки для поддержания гомеостаза изолированных органов. Групповая дискуссия.	ПК-9	ПК-9.1
--	--	--	------	--------