

Экзаменационные вопросы по курсу физиологической кибернетики для студентов 4 курса отделения биофизики.

1.Определение понятий: система, входные и выходные переменные, модель, переменные состояния, динамическая система, состояние системы, поведение системы, параметры модели. Классификация систем. Методы математического описания различных классов систем. Примеры из биологической кинетики.

2.Линейные стационарные системы с сосредоточенными переменными состояния. Уравнения линейных стационарных систем в терминах переменных состояния и в терминах вход - выход. Области применения линейных систем в медицине и биологии.

3.Вынужденные колебания линейной системы с одним входом и одним выходом. Передаточная функция системы. Частотные характеристики.

4. Ответ линейной системы на периодическое входное воздействие.

5.Преобразование Лапласа. Полное поведение системы (решение задачи Коши) для модели в терминах вход - выход. Передаточная функция линейной системы.

6.Импульсная переходная функция (ИПФ). Связь с передаточной функцией и частотными характеристиками линейной системы. Применение ИПФ для решения задач фармакокинетики.

7.Решение задачи подбора индивидуальной лекарственной терапии с помощью камерных моделей и с использованием импульсной переходной функции.

8. Устойчивость линейных стационарных систем. Необходимый и достаточный признаки устойчивости. Область применения неустойчивых математических моделей для описания физиологических процессов.

9. Понятие системы с дискретным временем (дискретной системы). Приближенное представление непрерывных линейных систем дискретными. Применение дискретных систем при моделировании физиологических процессов.

10. Задачи управления и идентификации параметров для линейных систем с дискретным временем. Критерии управляемости и идентифицируемости.

11. Исследование поведения систем, описывающихся нелинейным дифференциальным уравнением первого порядка. Примеры из биологической кинетики.

12. Качественное исследование поведения нелинейных систем второго порядка. Грубые и негрубые системы. Примеры из кинетики популяций.

13. Качественное исследование поведения биологических систем: хищник-жертва, конкуренция двух видов, симбиоз двух видов.

14. Качественное исследование кинетики простейшего ферментативного процесса. Особенности ферментативной кинетики в клетке. Лимитирующее звено в системе нескольких ферментативных процессов.

15.Математическая модель гуморального иммунного ответа. Моделирование первичного и вторичного иммунного ответа на неразмножающийся антиген. Зависимость интенсивности первичного ответа от дозы антигена.

16. Качественное исследование возможности моделирования периодических болезней с помощью модели гуморального иммунного ответа.

17. Модель "границы жизни и смерти" в иммунной системе.

18. Математическое моделирование - косвенный метод исследования внутриклеточных механизмов действия кардиотропных препаратов в экспериментах на образцах миокардиальной ткани животных.

19. Алгоритмы идентификации параметров нелинейных моделей. Алгоритм Ньютона-Гаусса.

Примеры вопросов первого уровня:

- 1 Какие характеристики линейных систем можно получить экспериментально, используя входной сигнал и регистрируя выходной сигнал?
- 2 Как использовать частотные характеристики системы для получения ответа системы на периодический входной сигнал?
- 3 Определение преобразования Лапласа. Для каких функций определено это преобразование?
- 4 Вывести преобразование Лапласа для функции $f'(t)$
- 5 Вывести преобразование Лапласа для функции $f''(t)$
- 6 Вывести преобразование Лапласа для функции $\exp(-at)$.
- 7 Определение импульсной переходной функции. Привести примеры ИПФ.
- 8 Как найти ответ системы на входной сигнал, используя ИПФ?
- 9 Определение передаточной функции линейной системы. Как найти ИПФ по передаточной функции?
- 10 Как вычислить концентрацию лекарственного препарата в крови в любой момент времени по заданной ИПФ системы и входному воздействию.
- 11 Необходимые и достаточные признаки устойчивости линейных систем.
- 12 Вывод уравнений моделей кинетики фармакологических и ферментативных процессов и клеточной кинетики с помощью закона сохранения вещества.
- 13 Метод Эйлера для численного решения систем дифференциальных уравнений. Привести пример разностной схемы для двухкамерной модели транспорта лекарственного препарата в крови.
- 14 Понятие о системе с дискретным временем. Привести пример простейшей системы с дискретным временем.
- 15 Матричные критерии управляемости и идентифицируемости для дискретных систем.
- 16 Общий план качественного исследования поведения систем 1 порядка.
- 17 Общий план исследования поведения систем 2 порядка и типы стационарных состояний.

Несколько вопросов будут типа задач:

Найти решение, ИПФ, Передаточную функцию для заданной системы первого порядка:

Типы устойчивых стационарных состояний для нелинейных систем 2-го порядка.

Записать математическую модель двухкамерной системы фармакокинетики, физический смысл и размерности переменных состояния и параметров для системы.

Как найти ответ системы на входной сигнал, используя ИПФ?

Записать вид сигнала, полученного на выходе линейной системы, если $U(t) = 5\cos(2t+1)$.

Примеры моделей кинетики ферментативных реакций.

Провести качественное исследование динамика популяции описываемой следующей моделью:
$$dC(t)/dt = V + a \cdot C(t) - b \cdot C(t)^2$$

Записать уравнения модели динамики популяций «хищник-жертва».

Найти полное поведение однокамерной фармакокинетической системы при импульсном введении дозы лек. препарата.

Как вычислить концентрацию лекарственного препарата в крови в любой момент времени по заданной ИПФ системы и входному воздействию.

Записать разностную схему для численного исследования модели сосуществования двух популяций в симбиозе.

Записать разностную схему для двухкамерной модели транспорта лекарственного препарата в крови.

Привести биологические примеры нелинейных системам второго порядка. Записать ИПФ для однокамерной фармакокинетической системы:

Какие характеристики линейных систем можно получить экспериментально, используя импульсный входной сигнал и регистрируя выходной сигнал?

Записать вид сигнала, полученного на выходе линейной системы, если $U(t) = 3\cos(7t+2)$.

Типы устойчивых стационарных состояний для нелинейных систем 2-го порядка.

Записать вид сигнала, полученного на выходе линейной системы, если $U(t) = 7\sin(4t+1) + \cos(2t)$.

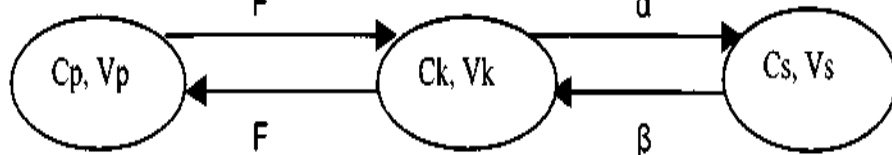
Примеры биологических систем, описываемых нелинейными системами дифференциальных уравнений второго порядка

Найти передаточную Функцию для системы : $dC/dt = A*\delta(t) - a*C$

Метод Эйлера для численного решения систем дифференциальных уравнений. Привести пример разностной схемы для двухкамерной модели транспорта лекарственного препарата в крови.

Перечислить типы устойчивых стационарных состояний для нелинейных систем второго порядка.

Вывести уравнения системы детоксикации плазмы крови с помощью сорбции:



Методика расчета режима введения препарата при заданном терапевтическом диапазоне с помощью однокамерной математической модели на компьютере.

Записать разностную схему для модели двух конкурирующих видов.

Отнести предложенную систему к определенному классу по всем известным типам классификации: $dC/dt = V - a(t)*C + b*C$

Определение импульсной переходной функции. Привести примеры ИПФ.

Качественное исследование модели динамики популяции $dx/dt = a*x/(K+x) - b*x$.

Найти вынужденное поведение однокамерной фармакокинетической системы.

Найти собственное поведение однокамерной фармакокинетической модели.

ИПФ линейной системы имеет вид: $K(t) = \exp(-a*t) - \exp(-b*t)$. Записать ответ на входное воздействие $u(t)$. Записать ответ на единичный импульс.

Качественное исследование модели динамики популяции $dx/dt = a*x/(K+x) - b*x^2$.