

**ДЕМОВЕРСИЯ ВАРИАНТА ВСО-2018
ПО ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ БИОМЕДИЦИНЫ**

Биотехнологии

1. Кодировка информации в ДНК

Рассчитать количество информации, закодированное последовательностью из 300 нуклеотидов в цепи ДНК.

(10 баллов)

2. Динамика популяции бактерий

В условиях неограниченного питания колония микроорганизмов растет со скоростью, пропорциональной ее численности. При ограниченном питании численность популяции не может превысить равновесного значения $N_{рав} = 2 \cdot 10^9$. Определить, через какое время при ограниченном питании численность популяции микроорганизмов достигнет одного миллиарда, если за первый час их число выросло с 1 до 600.

(15 баллов)

3. Нано-био-технологии

В пробирку, содержащую $M = 3 \cdot 10^9$ клеток, добавили $N = 1 \cdot 10^9$ наночастиц и тщательно перемешали. Скорость попадания наночастицы из межклеточного пространства внутрь клетки равна $\lambda_{in} = 3 \text{ мин}^{-1}$. Скорость выхода наночастицы из клетки $\lambda_{out} = 1 \text{ мин}^{-1}$. Определить, какое количество клеток через время $T = 24$ часа будет содержать не менее 3 наночастиц.

(25 баллов)

Технологии медицинской диагностики и терапии

4. Рентгенография

Во сколько раз изменится контраст рентгеновского изображения кости толщиной 1 мм на фоне мягких тканей при изменении эффективной энергии спектра рентгеновской трубки с 15 кэВ до 80 кэВ.



Рис. 1. Спектральная зависимость коэффициента ослабления для биотканей.

(10 баллов)

5. Допплерография

Продолжительность систолы желудочков (время быстрого изгнания крови из сердца в сердечном цикле) – 0.2 с. Объем крови, проходящей через легочную артерию за одну систолу, составляет 25 мл. Диаметр легочной артерии – 25 мм. Предполагая, что при атеросклерозе просвет сосуда уменьшается в два раза, оценить среднее значение доплеровского сдвига частоты сигналов при УЗ-доплерографии, пришедших из здорового и суженного участков артерии в систолической фазе. Частота исходного сигнала УЗ-датчика 4 МГц. Скорость звука в мягких тканях 1540 м/с.

(15 баллов)

6. Лазерная медицина

Поверхность опухоли облучается импульсами ХеСl-лазера с энергией 2 Дж при частоте следования импульсов 20 Гц. Длительность импульса много меньше времени тепловой релаксации ткани. Определить толщину слоя ткани, удаленного за 2 с, при площади облучаемой области 1 см², если известно, что глубина проникновения излучения 6 мкм, а порог абляции составляет 0,8 Дж/см² (порог абляции – это минимальная поверхностная плотность энергии, при которой начинает происходить удаление материала).

(25 баллов)

Технологии ядерной медицины и лучевой терапии

7. Радиоактивный распад

Сообщалось, что в 2010 г. на нужды ядерной медицины в мире было наработано 600 кКи радионуклида Мо-99 (материнского радионуклида в изотопном генераторе ⁹⁹Mo/^{99m}Tc). Рассчитайте массу этого изотопа, если $T_{1/2} = 66$ ч.

(10 баллов)

8. Выведение радионуклида из организма

При курении твердые микрочастицы, содержащие ²¹⁰Po попадают в легкие человека. Считается, что повреждение клеток легочного эпителия от радиоактивного распада изотопов полония является ведущим фактором развития рака легких. Микрочастицы удаляются из легочной ткани по лимфатическим сосудам или вследствие их фагоцитоза. Для микрочастиц полония был найден период их биологического полувыведения $T_{1/2\text{биол}} \approx 100$ сут. Считая, что период полураспада ²¹⁰Po $T_{1/2} \approx 138$ сут, рассчитайте время, за которое активность полония-210 в организме человека уменьшится в 10 раз.

(15 баллов)

9. Лучевая терапия

В гамма-ноже 200 источников ^{60}Co имеют активность 1 ТБк каждый. Считая, что коллиматор каждого источника формирует луч диаметром 4 мм, оценить время облучения опухоли размером 1 см, если необходимая доза 50 Гр. Энергия гамма-квантов ^{60}Co 1,17 МэВ и 1,33 МэВ. Расстояние от источников до изоцентра* (опухоль) 50 см. Ослаблением излучения по пути к мишени пренебречь. Массовый коэффициент ослабления энергии гамма-излучения для головного мозга для заданной энергии излучения считать равным $\mu \approx 6,29 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{г}$, массовый коэффициент поглощения – $\mu_{\text{en}} \approx 2,95 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{г}$.

*изоцентр – точка в которой пересекаются все лучи

(25 баллов)

