

УДК 681.518.3

А.В. Кондратюк, д.т.н., проф.; Я.В. Литвиненко

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛІЧНИХ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ

A.V. Kondratyuk, Dr., Prof.; Ia.V. Lytvynenko

COMPUTER SIMULATION OF CYCLIC ELECTROCARDIOSIGNALS

Комп'ютерне моделювання електрокардіосигналів (ЕКС або ECG) важливо для розуміння та вивчення роботи серцево-судинної системи. Електрокардіосигнал відображає електричну активність серця та є важливим джерелом інформації для діагностики різних серцевих захворювань. Існує багато моделей, методів та підходів до моделювання електрокардіосигналів.

Дана теза стосується моделей, методів та підходів до моделювання ЕКС. Розглянемо їх. Моделі клітин серця: Модель Hodgkin-Huxley використовується для опису електричної активності клітин серця та генерації ділянок ЕКС, таких як QRS комплекс. Модель FitzHugh-Nagumo: Спрощена версія моделі Hodgkin-Huxley для моделювання основних компонентів ЕКС. Моделі серцевого ритму: Модель Van der Pol використовується для опису властивостей осцилюючих систем і застосовується для моделювання серцевого ритму. Модель МакКола і Пітерса використовується для моделювання хаотичних ритмів серця.

Існують методи математичного моделювання на основі двох підходів детермінованого та стохастичного:

Методи диференціальних рівнянь. Їх застосовують для моделювання електричних потенціалів в серці та генерації ЕКС. Спектральне аналіз використовується для розкладання складових ЕКС на частотні компоненти. Методи фізичного моделювання: Моделі в геометричних формах серця використовують 3D моделі серця для симуляції електричної активності та генерації ЕКС. Моделі на основі об'ємних провідників використовують реальні анатомічні дані серця для точного відображення його електричної активності.

Для опису ЕКС також застосовують методи машинного навчання. Глибокі нейронні мережі використовуються для генерації реалістичних ЕКС або відновлення сигналів з шумом та артефактами. Генеративні моделі наприклад, варіаційні автокодери (VAE) або генеративні приховані моделі (GAN) для моделювання реальних ЕКС. Моделі суперпозиції поєднують фізичні та математичні підходи використовують різні аспекти моделювання для отримання більш точних та реалістичних сигналів ЕКС.

Моделі ЕКС можуть бути використані для навчання медичного персоналу, вивчення патологій серця та вдосконалення методів діагностики. Також, вони можуть служити для тестування та валідації алгоритмів обробки сигналів, в тому числі для автоматизованого визначення аномалій на ЕКС в діагностичній апаратурі.

Література

1. Луцик Н.С., Литвиненко Я.В., Лупенко С.А., Зозуля А.М. Програмний комплекс для морфологічного аналізу та аналізу серцевого ритму з підвищеною інформативністю. Журнал Вінницького національного технічного університету «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». Вінниця, 2016. №1 (35). С. 13-22.