



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

1. Wymagania wstępne

Podstawy fizyki, Analiza matematyczna, analiza sygnału

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z wybranymi aspektami fizycznymi anatomii i fizjologii człowieka od poziomu subkomórkowego przez poziom tkankowego, do poziomu całego organizmu i jego reakcji na takie stany jak wysiłek fizyczny, stres, choroba i śmierć. Dla każdego z tych poziomów wprowadzamy fizyczny język opisu, żeby pokazać ciekawe tematy badawcze i współczesne wyzwania nauki. Kończymy przedmiot przeglądem aktualnych technik monitorowania zmiennych fizjologicznych pozwalających na ocenę stanu organizmu żywego, a także krótkim przeglądem wykorzystywanych w tych procesach technik analizy sygnału czy oceny dynamiki. Szczególnym tematem z zakresu techniki pomiarowej jest zastosowanie światła w diagnostyce i terapii. Zajęcia kończą się sesją prezentacji studentów dotyczących wybranych przez nich tematów z zakresu przedmiotu.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

1. Organizm żywy jako układ daleki od równowagi termodynamicznej: przepływ energii, produkcja entropii i mechanizmy podtrzymywania homeostazy. Metabolizm jako proces dyssypacji energii i utrzymywania gradientów fizykochemicznych. Samoorganizacja i emergencja struktur biologicznych jako konsekwencja praw termodynamiki nierównowagowej. (2h) (MO)



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

2. Fizyka statystyczna procesów biologicznych: fluktuacje i procesy stochastyczne w organizmie człowieka. Losowość na poziomie molekularnym i komórkowym jako element stabilności i adaptacyjności układów żywych. Dyfuzja, transport masy i energii, prawa skali oraz organizacja hierarchiczna organizmu. (2h) (MO)
3. Losowość i przyczynowość w mechanizmach ewolucyjnych – enzymy biologiczne jako klasa enzymów chemicznych, losowe mutacje jako czynnik sprawczy w syntezie nowych enzymów i konkurencja gatunków jako mechanizm selekcji. Wygrywa organizm, który najlepiej wykorzysta strumień energii, materii i dostępne oddziaływania fizyczne. Ryzyko adaptacji: mutacje letalne u ludzi i bakterii. Rola symbiontów jako szybko adaptujących biosensorów. Stres oksydacyjny jako regulator tempa adaptacji. (2h) (TB)
4. Regulacja przepływu krwi jako zarządzanie budżetem energetycznym: od autoregulacji naczyniowej do autonomicznego układu nerwowego. Anatomia i fizjologia autonomicznego układu nerwowego. (2h) (TB)
5. Dynamika nieliniowa i teoria układów złożonych w fizjologii człowieka: atraktory, bifurkacje, chaos deterministyczny oraz przejścia fazowe w procesach biologicznych. Organizm jako sieć sprzężonych oscylatorów biologicznych. Zmienność rytmu serca, rytmów oddechowych i aktywności neuronalnej jako wskaźnik adaptacyjności organizmu. Oscylacje biologiczne i synchronizacja rytmów fizjologicznych. (2h) (MO)
6. Fizjologiczno-anatomiczne uwarunkowania procesu oddychania i krążenia (2h) (TB)
7. Biofizyka wysiłku fizycznego i adaptacji treningowej: mechanika mięśni, energetyka wysiłku oraz fizyczne ograniczenia wydolności człowieka. Transport tlenu i ciepła, ekonomia ruchu, zmęczenie oraz adaptacja organizmu do obciążeń treningowych jako proces reorganizacji układu złożonego. (2h) (MO)
8. Termodynamika człowieka i fizyczne podstawy termoregulacji: wymiana ciepła z otoczeniem, przewodnictwo, konwekcja, promieniowanie i parowanie. Bilans cieplny organizmu podczas wysiłku i w warunkach środowiskowych skrajnych. Fizyczne mechanizmy adaptacji do zimna i gorąca. (2h) (MO)
9. Fizjologia stresu: reakcja fizjologiczna organizmu na stresor; zmiany właściwości fizycznych ciała w trakcie reakcji stresowej; magazynowanie energii w trakcie relaksu i uwalnianie jej podczas stresu; transport informacji o stresie w sieci układów człowieka (2h) (MS).
10. Choroba i śmierć z perspektywy termodynamicznej (2h) (MS)
11. Monitorowanie stanu funkcjonalnego organizmu – cele i metody. Monitorowanie EKG, HRV, oddechu, ciśnienia, sensory biomarkerów biochemicznych. Obszary medycyny psychologii i nauk humanistycznych w których mogą być przydatne opisane pomiary (2h) (TB,MS)
12. Ludzkie ciało a fale elektromagnetyczne: jak ciało reaguje na różne długości fali i co można za ich pomocą zmierzyć; zjawiska fizyczne towarzyszące technikom obrazowania w medycynie; zastosowanie światła widzialnego (fotopletyzmografia) w pomiarach fali tętna; zastosowanie fal elektromagnetycznych w diagnostyce i terapii (2h) (MS, TB)
13. Analiza sygnałów biologicznych i modele AI: metody analizy sygnałów fizjologicznych (EKG, EEG, HRV, inne), analiza spektralna i nieliniowa, modele uczenia maszynowego w monitorowaniu stanu funkcjonalnego organizmu oraz nowoczesne metody cyfrowej fizjologii i systemów wearable. (4h) (MO, TB, MS)

Laboratorium

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Absolwent zna i rozumie rolę fizyki w opisie anatomii i fizjologii człowieka oraz jego procesów życiowych	SD_W1, SD_W2, SD_W3	Ocena prezentacji
W02	Absolwent zna przykłady czynności lub stanów życiowych, takich jak stres, choroba czy wysiłek fizyczny, które wymagają zaangażowania całego organizmu i adaptacji do czynności lub stanu	SD_W1, SD_W2, SD_W3	Ocena prezentacji
W03	Absolwent zna systemy pomiarowe oceny stanu organizmu i rozumie potrzebę ich użycia w celu monitorowania stanu organizmu	SD_W1, SD_W2, SD_W3	Ocena prezentacji



Umiejętności			
U01	Absolwent umie zidentyfikować kluczowe zmienne fizjologiczne, które należy mierzyć w celu monitorowania zdolności organizmu do realizacji wysokopoziomowych czynności życiowych lub stopnia adaptacji do nich	SD_U1, SD_U2, SD_U4	Ocena prezentacji
U02	Absolwent umie zaprojektować adekwatną metodę techniczną oceny wybranych zmiennych fizjologicznych w celu monitorowania zdolności organizmu do realizacji wysokopoziomowych czynności życiowych lub stopnia adaptacji do nich i skonstruować protokół badania	SD_U1, SD_U2, SD_U4, SD_U7	Ocena prezentacji
U03	Absolwent umie dobrać metodę analizy sygnału i ekstrakcji użytecznej informacji adekwatną do użycia w danym systemie pomiarowym	SD_U1, SD_U2, SD_U4, SD_U7	Ocena prezentacji
Kompetencje społeczne			
K01	Absolwent umie zrealizować badanie literaturowe niezbędne do przygotowania prezentacji, odnosząc się krytycznie do zakresu wiedzy oraz identyfikując poznawcze i praktyczne problemy naukowe.	SD_K1, SD_K2	Ocena prezentacji
K02	Absolwent umie na podstawie zgromadzonych danych zaproponować kreatywną własną metodę pomiarową i scenariusz jej użycia, wraz z uzasadnieniem potrzeby podjęcia tematu.	SD_K1, SD_K4	Ocena prezentacji
K03	Absolwent umie zbudować konsekwentną perspektywę badań i rozwoju niezbędnych do pełnej realizacji przedstawionych zamierzeń badawczych i/lub ich urynkwienia	SD_K2, SD_K3, SD_K4, SD_K5	Ocena prezentacji

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Ocena prezentacji pokazującej kompletny scenariusz wymyślonego przez siebie pomiaru/monitorowania wybranej zmiennej fizjologicznej, pokazujący przyczyny wyboru właśnie tej zmiennej, krytyczne parametry techniczne charakteryzujące proces pomiaru, dostępność rynkową adekwatnych metod pomiarowych, spodziewane wyniki w wyniku zastosowania protokołu badania oraz przewidywaną odpowiedź w przypadku fizjologicznej i patologicznej reakcji organizmu. Prezentacja powinna przedstawiać motywację oraz odnosić się do tego, jaki istotny problem współczesnego człowieka zostanie rozwiązany przez opisany w prezentacji pomiar. Kończy się ona wskazaniem perspektywy rozwoju, niezbędnych do przeprowadzenia badań oraz szkicem modelu biznesowego lub dalszych badań poznawczych.

6. Literatura

Literatura podstawowa:

- [1] L. Glass, There is a theory of heart
- [2] Karemaker, J. M. (2017). An introduction into autonomic nervous function. *Physiological Measurement*, 38(5), R89–R118. doi:10.1088/1361-6579/aa6782
- [3] Robert M. Sapolsky, Dlaczego zebry nie mają wrzodów? Psychofizjologia stresu
- [4] A. Bogdan, A. Marszałek, J. Bugajska, M. Młynarczyk, Oddziaływanie środowiska termicznego na organizm człowieka, CIOP-PIB (2012).



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

Literatura uzupełniająca:

[1] A.T. Winfree, From Clocks to Chaos, Geometry of biological time

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	26
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	6 (2h dla każdego prowadzącego)
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	14
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		56
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	0