

SPIS TREŚCI

WSTĘP	11
1. BIOMECHANIKA UTRZYMYWANIA RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA.....	15
1.1. Strategie utrzymywania równowagi ciała przez człowieka.....	16
1.2. Mechanizmy sterowania utrzymaniem równowagi ciała	20
2. METODY OCENY ZDOLNOŚCI UTRZYMYWANIA RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA	22
2.1. Testy jakościowe do oceny zdolności zachowania równowagi ciała przez człowieka	22
2.2. Testy ilościowe do oceny zdolności zachowania równowagi ciała przez człowieka	23
2.3. Podstawowe wielkości analizowane podczas ilościowych testów oceny zdolności utrzymywania równowagi ciała przez człowieka.....	25
2.4. Metody oceny wpływu pracy mięśni na utrzymywanie równowagi ciała przez człowieka.....	34
2.5. Przykładowe urządzenia wykorzystywane w pomiarach i analizie zdolności utrzymywania równowagi ciała przez człowieka	36
2.6. Wykorzystanie metod pomiaru i analizy zdolności utrzymywania równowagi ciała przez człowieka w diagnostyce medycznej i rehabilitacji	40
3. WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII WIRTUALNEJ RZECZYWISTOŚCI W POMIARACH ZDOLNOŚCI UTRZYMYWANIA RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA W WARUNKACH KONFLIKTU BODŹCÓW SENSORYCZNYCH.....	43
3.1. Technologia wirtualnej rzeczywistości.....	44
3.2. Badania zdolności utrzymywania równowagi ciała przez człowieka w warunkach konfliktu bodźców sensorycznych	45
4. CEL I ZAKRES PRACY	52
5. METODYKA PROWADZENIA BADAŃ	55
5.1. Grupa badawcza.....	56
5.2. Stanowisko pomiarowe.....	57

5.3. Procedura badawcza	61
5.4. Obliczanie i analiza wyników	63
6. WYKORZYSTANIE METODY ANALIZY SYGNAŁU W DZIEDZINIE CZĘSTOTLIWOŚCI W BADANIACH ZDOLNOŚCI UTRZYMYWANIA RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA	70
6.1. Zastosowanie metody analizy sygnału w dziedzinie częstotliwości w badaniach zdolności utrzymywania równowagi ciała przez człowieka, prowadzonych w warunkach konfliktu bodźców sensorycznych.....	71
6.2. Zastosowanie FFT do analizy wpływu zewnętrznych zaburzeń na zdolność utrzymywania równowagi ciała przez człowieka	72
6.3. Zastosowanie STFT do analizy wpływu zewnętrznych zaburzeń na zdolność utrzymywania równowagi ciała przez człowieka	75
7. WSPÓŁCZYNNIK ZABURZEŃ RÓWNOWAGI JAKO NOWA WIELKOŚĆ DO OCENY ZDOLNOŚCI UTRZYMYWANIA RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA NA PODSTAWIE ANALIZ PROWADZONYCH W DZIEDZINIE CZĘSTOTLIWOŚCI	80
7.1. Metoda obliczania i interpretacji współczynnika zaburzeń równowagi.....	81
7.2. Możliwości interpretacji i wykorzystania współczynnika zaburzeń równowagi w praktyce.....	84
8. WPŁYW NIERUCHOMEJ SCENERII ŚRODOWISKA WIRTUALNEGO NA UTRZYMYWANIE RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA	87
8.1. Analiza wpływu nieruchomej scenerii na podstawie wartości wielkości wyznaczanych w dziedzinie czasu.....	88
8.2. Analiza wpływu nieruchomej scenerii na podstawie przebiegu wykresów FFT	89
8.3. Analiza wpływu nieruchomej scenerii na podstawie przebiegu wykresów STFT	90
8.4. Analiza wpływu nieruchomej scenerii na podstawie wartości współczynnika zaburzeń równowagi	90
8.5. Analiza wpływu nieruchomej scenerii na podstawie przebiegu wykresów zmiany wartości współczynnika zaburzeń równowagi w czasie	91
9. WPŁYW RUCHOMEJ SCENERII ŚRODOWISKA WIRTUALNEGO NA UTRZYMYWANIE RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA	93
9.1. Analiza wpływu ruchomej scenerii na podstawie wartości wielkości wyznaczanych w dziedzinie czasu.....	93
9.2. Analiza wpływu ruchomej scenerii na podstawie przebiegu wykresów FFT ...	97
9.3. Analiza wpływu ruchomej scenerii na podstawie przebiegu wykresów STFT.	99
9.4. Analiza wpływu ruchomej scenerii na podstawie wartości współczynnika zaburzeń równowagi	100

10. WPŁYW RÓŻNYCH PARAMETRÓW WIRTUALNEJ SCENERII NA UTRZYMYWANIE RÓWNOWAGI CIAŁA PRZEZ CZŁOWIEKA	105
10.1. Wpływ częstotliwości oscylacji wirtualnej scenerii na utrzymywanie równowagi ciała przez człowieka – analiza wartości wielkości wyznaczanych w dziedzinie czasu.....	105
10.2. Wpływ częstotliwości oscylacji wirtualnej scenerii na utrzymywanie równowagi ciała przez człowieka – analiza współczynnika zaburzeń równowagi	108
10.3. Wpływ częstotliwości oscylacji wirtualnej scenerii na utrzymywanie równowagi ciała przez człowieka – analiza wykresów zmian wartości współczynnika zaburzeń równowagi w czasie	112
10.4. Wpływ rodzaju scenerii na utrzymywanie równowagi ciała przez człowieka	114
11. OMÓWIENIE UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ.....	118
11.1. Wpływ środowiska wirtualnego na utrzymywanie równowagi ciała przez człowieka.....	119
11.2. Praktyczne wykorzystanie interpretacji wyników badań zdolności utrzymywania równowagi ciała przez człowieka w dziedzinie częstotliwości – analiza przypadku	127
12. PODSUMOWANIE.....	139
BIBLIOGRAFIA	144
ANEKS	163
Streszczenie.....	211

CONTENTS

INTRODUCTION	11
1. BIOMECHANICS OF MAINTAINING THE BALANCE OF HUMAN BODY ..	15
1.1. Strategies of maintaining the balance of human body.....	16
1.2. Mechanisms used in controlling of maintaining the balance of human body ...	20
2. METHODES USED IN ASSESSMENT THE ABILITY TO MAINTAIN THE BALANCE OF HUMAN BODY	22
2.1. Qualitative tests to assess the ability to maintain the balance of human body ..	22
2.2. Quantitative tests to assess the ability to maintain the balance of human body.....	23
2.3. Basic quantities used in assessment of ability to maintain the balance of human body	25
2.4. Methods of assessment of the influence of muscles on the ability to maintain the balance of human body	34
2.5. Exemplary devices used in assessment of the ability to maintain the balance of human body	36
2.6. The use of measurement and analysis methods of the ability to maintain the balance of human body in medical diagnostic and rehabilitation.....	40
3. THE USE OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY IN MEASUREMENTS OF THE ABILITY TO MAINTAIN THE BALANCE OF HUMAN BODY UNDER SENSORY CONFLICT CONDITIONS	43
3.1. Virtual reality technology	44
3.2. Measurement of ability to maintain the balance of human body under sensory conflict conditions	45
4. PURPOSE AND SCOPE OF THE WORK.....	52
5. METHODOLOGY OF THE RESEARCH.....	55
5.1. Participants.....	56
5.2. Measurement position.....	57
5.3. Research procedure.....	61
5.4. Calculation and analysis of the results.....	63

6. THE USE OF THE ANALYSIS IN FREQUENCY DOMAIN IN RESEARCH INTO THE ABILITY TO MAINTAIN THE BALANCE BY HUMAN	70
6.1. The use of the analysis in frequency domain in research into the ability to maintain the balance by human under sensory conflict conditions	71
6.2. The use of FFT in the analysis of the influence external disturbances on the ability to maintain the balance by human	72
6.3. The use of STFT in the analysis of the influence external disturbances on the ability to maintain the balance by human	75
7. BALANCE DISTURBANCES COEFFICIENT AS A NEW VALUE TO ASSESS THE ABILITY TO MAINTAIN THE BALANCE BY HUMAN ON THE BASIS OF ANALYSES CONDUCTED IN FREQUENCY DOMAIN ..	80
7.1. Methodology of calculation and interpretation of the balance disturbances coefficient.....	81
7.2. Possibilities of interpretation and use of the balance disturbances coefficient in practice	84
8. THE INFLUENCE OF THE IMMOBILE, VIRTUAL SCENERY ON THE ABILITY TO MAINTAIN THE BALANCE BY HUMAN	87
8.1. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of quantities determined in time domain	88
8.2. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of FFT courses	89
8.3. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of STFT courses	90
8.4. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of balance disturbances coefficient	90
8.5. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of changes of values of balance disturbances coefficient in time.....	91
9. THE INFLUENCE OF THE MOVING, VIRTUAL SCENERY ON THE ABILITY TO MAINTAIN THE BALANCE BY HUMAN.....	93
9.1. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of quantities determined in time domain	93
9.2. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of FFT courses	97
9.3. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of STFT courses	99
9.4. Analysis of the immobile, virtual scenery on the basis of balance disturbances coefficient	100
10. THE INFLUENCE OF SELECTED PARAMETERS OF VIRTUAL SCENERY ON MAINTAINING THE BALANCE OF HUMAN BODY	105
10.1. The influence of frequency of oscillation of virtual scenery on maintaining the balance of human body – analysis in time domain.....	105
10.2. The influence of frequency of oscillation of virtual scenery on maintaining the balance of human body – analysis of balance disturbances coefficient	108

10.3. The influence of frequency of oscillation of virtual scenery on maintaining the balance of human body – analysis of changes of values of balance disturbances coefficient in time.....	112
10.4. The influence of type of virtual scenery on maintaining the balance of human body	114
11. DISCUSSION OF THE OBTAINED RESEARCH RESULTS	118
11.1. The influence of virtual environment on the ability to maintain the balance by human.....	119
11.2. Practical use of interpretation of the results of research on the ability to maintain the balance by human in the frequency domain – case study	127
12. SUMMARY	139
BIBLIOGRAPHY	144
ANNEX.....	163
Abstract.....	214