

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ	6
ВСТУП.....	7
1. ЗНАЧЕННЯ, ЕТАПИ СТВОРЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ РОЗВИТОК РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ.....	13
1.1. Значення реабілітаційних комплексів, систем, пристроїв, апаратів.....	13
1.2. Класифікація комплексів, систем, пристроїв і апаратів реабілітаційної інженерії.....	18
1.3. Історія створення тренувальних пристроїв і реабілітаційних тренажерів, напряму механотерапії	22
1.4. Основи синтезу реабілітаційних біотехнічних систем і засобів	38
2. РЕАБІЛІТАЦІЙНА ІНЖЕНЕРІЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ОПОРНО- РУХОВОГО АПАРАТУ	89
2.1. Біомеханічні реабілітаційні системи серії Cybex Humac Norm	89
2.2. Особливості діагностично-реабілітаційного комплексу REV 9000	100
2.3. Особливості мобільної системи Back-Check 600 Motio	105
2.4. Біомеханічний діагностичний АПК CON-TREX.....	107
2.5. Сучасні ізодинамічні (гідрравлічні) тренажери.....	115
2.6. Тренажери для забезпечення системи Пілатес	136
2.7. Реабілітаційні системи з віртуальним середовищем.....	178
2.8. Реабілітаційні рухомі доріжки.....	194
3. РЕАБІЛІТАЦІЙНІ СИСТЕМИ З РУХОМИМИ ПЛАТФОРМАМИ	213
3.1. Комп'ютеризовані системи класу HUBER.....	213
3.2. Комп'ютеризовані елісферичні системи IMOOVE	232
3.3. Система реактивного балансу PROPRIO.....	242
3.4. Система для зміцнення м'язового корсету хребта 3D-Newton	245

4. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ РЕАБІЛІТАЦІЙНІ КОМПЛЕКСИ ТА СИСТЕМИ ОЦІНКИ СТАНУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ХРЕБТА І М'ЯЗІВ СПИНИ.....	250
4.1. Системи David Back Concept і David Spine Concept.....	250
4.2. Комп'ютеризовані тренажери Tergumed	264
4.3. Реабілітаційні системи MCU та ValedoMotion.....	274
4.4. Інноваційні системи для діагностики та реабілітації хребта.....	278
4.5. Сучасні тракційні комплекси, системи та апарати.....	287
4.6. Спеціалізовані інверсійні і безінверсійні столи та крісла.....	312
5. СУЧАСНІ РЕАБІЛІТАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА АПАРАТИ ДЛЯ ДИНАМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РУХЛИВОСТІ КІНЦІВОК.....	328
5.1. Реабілітаційна система Omega для діагностики і реабілітації пацієнтів з порушеннями функцій нижніх кінцівок.....	328
5.2. Реабілітаційні тренажери RT з ФЕС для кінцівок	331
5.3. Система Multi-Joint System MJS 403 Plus для плечового суглоба ..	336
5.4. Сучасні портативні апарати для пасивної розробки кінцівок.....	342
5.5. Активно-пасивні реабілітаційні тренажери для кінцівок	407
6. РОБОТИЗОВАНІ РЕАБІЛІТАЦІЙНІ КОМПЛЕКСИ, СИСТЕМИ ТА АПАРАТИ.....	432
6.1. Особливості роботизованої механотерапії.....	432
6.2. Роботизовані реабілітаційні системи локомоторної терапії.....	442
6.3. Роботизована система Biodex Multi-Joint System 4	467
6.4. Роботизовані реабілітаційні комплекси Amadeo та Armeo	471
6.5. Роботизований комплекс реабілітації верхніх кінцівок Diego.....	487
6.6. Роботизований реабілітаційний комплекс ReoGo	488
6.7. Апарат Pablo для корекції порушень моторики м'язів	493
6.8. Система відновлення – роботизована рука Gloreha Lite.....	495
6.9. Інтерактивні системи для відновлення функціональних рухів верхніх кінцівок і дрібної моторики пальців рук.....	501
7. ПОРТАТИВНІ ВІБРАЦІЙНІ АПАРАТИ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНІ БІОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ.....	512
7.1. Вібрація у фізичній реабілітації	512
7.2. Особливості біомеханічних віброплатформ.....	517
7.3. Стабілометричні комплекси, системи і засоби	558

7.4. Портативні балансувальні системи	591
7.5. Технологія та апарати біомеханічної стимуляції.....	625
7.6. Система LPG-Спорт	628
8. СУЧАСНІ ОРТОПЕДИЧНІ ЗАСОБИ І МОДУЛЬНІ КОМПОНЕНТИ.....	635
8.1. Сучасні ортопедичні засоби у технологіях фізичної реабілітації та фізичної терапії	635
8.2. Ортопедичні модульні компоненти ендопротезування нижніх кінцівок.....	673
8.3. Ортопедичні модульні компоненти ендопротезування верхніх кінцівок.....	718
9. РЕАБІЛІТАЦІЙНА ІНЖЕНЕРІЯ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В УМОВАХ БАСЕЙНУ	737
9.1. Сучасні силові акватренажери.....	740
9.2. Сучасні стаціонарні та мобільні підводні бігові доріжки.....	763
9.3. Підводні та водні велотренажери і апарати	794
9.4. Сучасні аквапідйомники для людини з особливими потребами.....	845
9.5. Система моніторингу та керування оздоровчими та реабілітаційними підводними діями людини в басейні.....	856
10. СПЕЦІАЛІЗОВАНА РЕАБІЛІТАЦІЙНА ІНЖЕНЕРІЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ	870
10.1. Сучасні силові тренажери для людей з інвалідністю.....	871
10.2. Сучасні засоби відновлення навику стояння та пересування людей з інвалідністю	907
10.3. Сучасні типи реабілітаційних екзоскелетів.....	952
10.4. Сучасні види протезів, біонічні протези верхніх і нижніх кінцівок.....	993
ДОДАТКИ.....	1070
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	1079

СКОРОЧЕННЯ

АТ – артеріальний тиск;
АПК – апаратно-програмний комплекс;
БАТ – біологічні активні точки;
БЗЗ – біологічний зворотний зв'язок;
БТС – біотехнічна система;
БМС – біомеханічна стимуляція;
VR – віртуальна реальність;
ВЗЗ – візуальний зворотний зв'язок;
ВНС – вегетативна нервова система;
в.п. – вихідне положення;
VR – віртуальне середовище;
ЕМГ – електроміографія;
ЕКГ – електрокардіограма;
ЕЕГ – електроенцефалографія;
ЗЦМ – зальний центр маси;
ІХС – ішемічна хвороба серця;
КС – колінний суглоб;
ЛФК – лікувальна фізична культура;
МХД – міжхребцевий диск;
НС – нервова система;
КПІ ім. Ігоря Сікорського – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;
ОРА – опорно-руховий апарат;
ПЗ – програмне забезпечення;
ПС – плечовий суглоб;
ПБВР – пасивне і безперервне відновлення рухливості;
ПТ – пневматичний тренажер;
ПК – персональний комп'ютер;
РКІ – рідкокристалічний індикатор;
ССС – серцево-судинна система;
ФЕС – функціональна електростимуляція;
ЦНС – центральна нервова система;
ЧП – частота пульсу;
ЧМТ – черепно-мозкова травма;
ЧСС – частота серцевих скорочень.

ВСТУП

Розвиток реабілітаційної інженерії, реабілітаційних і інформаційних технологій, робототехніки, електроніки, радіотехніки, біоніки, біофізики та інших галузей науки і техніки сприяє створенню новітніх діагностичних, лікувальних і реабілітаційних комплексів, систем і пристроїв.

Сучасні інтелектуальні біотехнічні, роботизовані, комп'ютеризовані, мікропроцесорні та електромеханічні комплекси, системи та пристрої, особливо з використанням біологічного зворотного зв'язку, значно підвищують ефективність синтезу новітніх програм і технологій фізичної реабілітації, проведення відповідних діагностичних, лікувальних і реабілітаційних заходів.

В той же час відсутність в Україні відповідної навчальної літератури, яка б поєднувала в собі інформацію про сутність та особливості реабілітаційної інженерії, існуючі принципи та методи проектування, розробки, виготовлення та проведення випробувань сучасних комплексів, систем і пристроїв, відомі інтелектуальні біотехнічні, роботизовані та комп'ютеризовані, мікропроцесорні та електромеханічні комплекси, системи і пристрої для потреб реабілітаційних технологій, знижує ефективність навчального процесу під час підготовки магістрів і докторів філософії за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» спеціалізації «Реабілітаційна інженерія» та ускладнює адаптацію до професійної діяльності випускників вищих навчальних закладів.

Монографія «Сучасна реабілітаційна інженерія» є першим в Україні науковим виданням, призначеним для бакалаврів і магістрів, які навчаються за спеціальностями 163 «Біомедична інженерія» спеціалізації «Реабілітаційна інженерія» та 227 «Фізична терапія, ерготерапія», буде корисним також для аспірантів спеціальностей 24.00.03 «Фізична реабілітація» та 227 «Фізична терапія, ерготерапія» для підвищення ефективності проведення наукових досліджень, а також фахівцям, які працюють за наведеними напрямками.

Видання монографії має на меті допомогти студентам в опануванні сучасних підходів до проектування, розробки та створення зразків біотехнічних, роботизованих та комп'ютеризованих, мікропроцесорних та електромеханічних комплексів, систем і пристроїв для реабілітаційних технологій, ознайомлення з існуючими діючими засобами, конструкціями, методами і алгоритмами їх дії, що дасть можливість студентам і

аспірантам швидше зорієнтуватися та адаптуватися у майбутньому до практичної діяльності зі створення та експлуатації закордонних комплексів, систем і пристроїв, які постійно надходять в Україну, для забезпечення сучасних реабілітаційних технологій.

Монографія базується на таких матеріалах автора:

Навчальні посібники:

1. Попадюха Ю. А. Сучасні комп'ютеризовані комплекси та системи у технологіях фізичної реабілітації: Навч. посіб. / Ю.А.Попадюха. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 300 с.

2. Попадюха Ю. А. Сучасні роботизовані комплекси, системи та пристрої у реабілітаційних технологіях: Навч. посіб. / Ю.А.Попадюха. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 324 с.

3. Попадюха Ю. А. Сучасні комплекси, системи та пристрої у реабілітаційних технологіях: Навч. посіб. / Ю.А.Попадюха. – К.: Центр учбової літератури, 2018. – 656 с.

4. Фізична реабілітація після підводних занурювань: [навч. посібник] / В.М. Ільїн, Ю.А. Попадюха, Ю.М. Андрійчук, С.О. Сичов. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 176 с.

5. Физическая работоспособность человека: оценка и коррекция, биоритмологические аспекты: Учебное пособие / [В.Н. Ильин, Ю.А. Попадюха, Ю.А. Бородин, А.И. Дмитрук, Д.С. Мельников] – К.: ООО «Полипром», 2008. – 132 с.

Докторська дисертація: Попадюха Ю.А. Інформаційна технологія контролю та управління діяльністю біооб'єктів у підводному середовищі. Спеціальність 05.13.09 – Медична і біологічна інформатика та кібернетика. Автореферат докторської дисертації. НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2009. – 40с.

Монографії:

1. Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень: монографія / В.О.Кашуба, Ю.А. Попадюха. – К.: Центр учбової літератури, 2018. – 768 с.: іл. – Бібліогр.: с. 751 – 768.

2. Інформаційні технології, методи та засоби для підводних досліджень і робіт: монографія / Попадюха Ю.А., Федотов О.А., Яковлев С.Г, Ільїн В.М., Горго Ю.П. – К.: ПВП «Задруга», 2008. – 540 с.: іл.. – Бібліогр.: с. 478-494.

3. Попадюха Ю.А. Інформаційні технології та біофізичні оцінки діяльності операторів в біотехнічних системах: монографія /

Ю.А. Попадюха, Ю.П. Горго – К.: ПВП «Задруга», 2008. – 199 с.: іл. –
Бібліогр.: с. 194-198.

Наукові статті у фахових виданнях України і закордонних виданнях.

Методичні рекомендації з підготовки курсових робіт з дисциплін:
«Технічні та ортопедичні засоби у фізичній реабілітації», «Фізична
реабілітація при травмах і захворюваннях опорно-рухового апарату»,
«Технології побудови індивідуальних програм фізичної реабілітації».

Лекційні курси з навчальних дисциплін: «Комп'ютеризовані системи
для фізичної реабілітації», «Технічні засоби забезпечення фізичної
реабілітації», «Технічні та ортопедичні засоби фізичної реабілітації»,
«Основи синтезу і проектування біотехнічних засобів фізичної
реабілітації» і «Протезування та штучні органи – 2. Ендопротезування та
екзопротезування» для студентів спеціальності «Фізична реабілітація»,
«Фізична терапія, ерготерапія» та спеціалізації 163 «Реабілітаційна
інженерія» факультетів фізичного виховання і спорту, біомедичної
інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського, які викладались автором бакалаврам і
спеціалістам у 2003-2019рр., «Комп'ютеризовані реабілітаційні комплекси
у фізичній реабілітації» для магістрів спеціальності 227 «Фізична терапія,
ерготерапія» у 2017-2019 р.р., «Комп'ютеризовані реабілітаційні системи»
при підготовці докторів філософії у 2016-2019 рр.

У Національному університеті фізичного виховання і спорту України
(2010-2019рр.): лекційні курси з дисциплін «Профмайстерність» для
бакалаврів і «Технічні засоби та допоміжні засоби» – для аспірантів.

У Міжнародному науково-технічному університеті імені Юрія Бугая
(2010-2019рр.): лекційні курси з дисципліни «Технічні та ортопедичні
засоби фізичної реабілітації» – для бакалаврів.

На думку автора, розгляд в монографії сучасних роботизованих,
комп'ютеризованих, мікропроцесорних, електромеханічних і механічних
комплексів, систем і пристроїв, їх конструкцій, методів і алгоритмів дії, що
застосовуються у цих технічних засобах зі спеціальності 227 «Фізична
терапія, ерготерапія» та спеціалізації 163 «Реабілітаційна інженерія», для
забезпечення реабілітаційних технологій є методично доцільним. Це
сприяє формуванню у студентів цілісного погляду на технології створення
засобів реабілітаційної інженерії в лікувальних, діагностичних, оздоровчих
і реабілітаційних технологіях.

У сучасних технологіях фізичної реабілітації, фізичної терапії та
ерготерапії є тенденція значного поширення використання наведених вище
засобів реабілітаційної інженерії, тому опанування основних методів

функціонування, алгоритмів дії, конструктивних особливостей, створення складних технічних засобів є необхідним для майбутніх фахівців з фізичної реабілітації, фізичної терапії, ерготерапії та реабілітаційної інженерії.

Монографія має 10 розділів.

У першому розділі розглянуто значення реабілітаційних комплексів, систем, апаратів; наведено їх класифікацію, історію створення тренувальних пристроїв і реабілітаційних тренажерів, напряму механотерапії; розглянуто основи синтезу реабілітаційних біотехнічних систем і засобів.

У другому розділі розглянуто конструктивні та функціональні особливості, алгоритми дії біомеханічних реабілітаційних систем серії Субх Нумас Норм; діагностично-реабілітаційного комплексу REV 9000 та системи Back-Check 600 Motio; біомеханічного діагностичного АПК CONTREX, сучасних ізодинамічних (гідравлічних) тренажерів і тренажерів для забезпечення системи Пілатес; реабілітаційних систем з віртуальним середовищем, реабілітаційних рухомих доріжок.

У третьому розділі представлені технології та комп'ютеризовані системи з рухомими моторизованими платформами, їх конструктивні та функціональні особливості, алгоритми дії, форми проведення процедур і занять: системи Huber, Huber Motion Lab, Huber 360 MD, системи Imoove (200, 600, 700), система реактивного балансу PROPRIО, система для зміцнення м'язового корсету хребта 3D-Newton, що забезпечують комбіноване поліпшення балансу, рухових функцій і постави через вплив на м'язові ланцюги; відновлення при хворобах хребта, порушеннях постави, функції суглобів, координації рухів і стійкості ходьби, в т.ч. як прояви і наслідки різних захворювань в тому числі неврологічних.

Четвертий розділ розкриває технології, конструктивні особливості, алгоритми дії сучасних реабілітаційних комплексів і систем оцінки стану та відновлення хребта і м'язів спини: David Back Concept і David Spine Concept; комп'ютеризовані тренажери серії Tergumed; реабілітаційні системи MCU і ValedoMotion; інноваційні системи для діагностики і реабілітації хребта – Pegasus, Centaur, Kolossos і Minotaur; діагностично-реабілітаційний комплекс Bionix Sim 3Pro, тракційні комплекси, системи та апарати – Exten Trac Elite, Eltrac 471, Kinetrac KNX 7000, Tractizer, Tractizer-2 – супертрак, тракційний стіл GRANIT Platinum, тракційний тренажер Back-life BL – 2002, тракційний пристрій Back2Life, тракційні