



Досвід організації в Україні системи підготовки фахівців для протезної промисловості за міжнародними стандартами

Валерій Семенець,

доктор технічних наук, професор, ректор,

Антоніна Салєєва

кандидат технічних наук, доцент,

Олег Аврунін,

доктор технічних наук, професор,

Володимир Грищенко,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

Ігор Карпенко,

старший науковий співробітник,

Ірина Солнцева,

кандидат технічних наук

днією з особливостей останніх десятиліть є тісне співробітництво освіти, науки та виробництва у багатьох сферах діяльності суспільства. Їх об'єднує необхідність вирішення науково-виробничих задач і задач цільової підготовки кадрів. Особливо актуальною є проблема підготовки кадрів для суміжних областей в системі виробництва, експлуатації виробів та надання послуг [1]. Це характерно для медицини і тих суміжних галузей, які займаються виробництвом і експлуатацією біотехнічних пристроїв та пристроїв, електронних засобів медичного призначення та наданням реабілітаційних послуг в системах охорони здоров'я та соціального захисту населення [1, 2]. Як правило, робота фахівців у суміжних га-

лузях організована у форматі мультидисциплінарної бригади фахівців. Прикладом може бути мультидисциплінарна бригада надання реабілітаційних послуг особам з патологіями опорно-рухового апарату, до складу якої залучаються лікарі-ортопеди, фахівці з фізичної та медичної реабілітації і фахівці з протезування та ортезування. На цій підставі виникає проблема підготовки фахівців медико-технічного профілю (протезистів та ортезистів), які б на високому професійному рівні паралельно з лікарями-ортопедами та фахівцями з фізичної реабілітації в складі мультидисциплінарної бригади брали участь у визначенні клінічного стану опорно-рухового апарату пацієнта, виборі та призначенні протезно-ортопедичного

виробу, особливостей його конструювання та технології виготовлення, плануванні заходів фізичної реабілітації та навчанні користуванню протезами та ортезами для первинних пацієнтів.

До недавнього часу в системі професійно-технічного навчання і в системі вищої освіти програми підготовки протезистів та ортезистів були відсутні. Практична підготовка фахівців з протезування та ортезування в Україні здійснювалась на робочих місцях протезно-ортопедичних підприємств через систему учнівства при досвідчених майстрах з протезування та ортезування, де формувалися чисто практичні вміння із виготовлення виробу. В подальшому навчання продовжувалось на курсах підвищення кваліфікації або навчально-практичних семінарах на базі установ Міністерства соціальної політики України (в тому числі і на базі Українського науково-дослідного інституту протезування, протезобудування та відновлення працездатності (УкрНДІпротезування)) за окремими програмами, які не охоплювали необхідний обсяг теоретичної і практичної підготовки фахівців відповідної кваліфікації. Підготовка таких фахівців в університетах надає можливість суттєво розширити наукову тематику та ознайомитись з сучасним обладнанням в галузі протезування та ортезування.

Підготовка спеціалістів для протезної галузі в Україні як система освіти розпочата в 2001 р. на базі співпраці Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) та УкрНДІпротезування в рамках спеціальності 7.091002 — "Біотехнічні і медичні апарати і системи" (БТМАС) за спеціалізацією (освітньою програмою) "Біотехнічні апарати в протезуванні" (БТАП) за заочною формою навчання. Здобувачами вищої освіти були практикуючі фахівці протезно-ортопедичних підприємств. Вибір кафедри Біотехнічних електронних пристроїв та систем (з 2013 р. — Біомедичної інженерії) в якості навчальної бази був обґрунтованим — колектив кафедри має багаторічний досвід щодо підготовки

фахівців за спеціальностями "Фізична та біомедична електроніка" та "Біотехнічні та медичні апарати та системи". На кафедрі проводяться наукові дослідження в галузі біомедичного приладобудування та обробки медичних сигналів [2–4], розробляються перші в Україні засоби для дистанційного навчання та комп'ютерного тестування [5, 6] та віртуальні системи медичної візуалізації [7, 8]. Перший робочий навчальний план підготовки бакалаврів з протезування та ортезування за напрямком "Електронні апарати" (спеціальність "Біотехнічні і медичні апарати і системи") за спеціалізацією "Біотехнічні апарати в протезуванні" було розглянуто Вченою радою ХНУРЕ і затверджено ректором ХНУРЕ 07.06.2001 р. з подальшим узгодженням Головою Науково-методичної комісії навчального напрямку "Електронні апарати" при МОН України 12.06.2001 р. Університет здійснював планування навчального процесу, проведення установчих занять, семестровий контроль та державну атестацію; організовував і проводив заняття з дисциплін, які відносяться до нормативної частини навчального плану. Професійно-практичну підготовку бакалавра складали такі дисципліни:

- Медико-соціальна реабілітація інвалідів;
- Анатомія та фізіологія опорно-рухового апарату;
- Травми та хвороби опорно-рухового апарату;
- Біомеханічні основи протезування та ортезування;
- Методика підготовки інвалідів до протезування;
- Матеріали для протезно-ортопедичних виробів;
- Конструкція ортезів та ортезування верхніх кінцівок, нижніх кінцівок та хребта;
- Технологія виготовлення ортезів;
- Конструкція протезів та протезування верхніх кінцівок;
- Технологія виготовлення протезів верхніх кінцівок;
- Конструкція протезів та протез-

- ування нижніх кінцівок;
- Технологія виготовлення протезів нижніх кінцівок;
- Конструювання та технологія виготовлення ортопедичного взуття;
- Стандартизація, ліцензування та сертифікація в протезобудуванні;
- Організація виробництва продукції на протезно-ортопедичному підприємстві;
- Курсова робота (за змістом медичних дисциплін);
- Комплексний курсовий проект.

Підготовку фахівців до освітнього рівня "спеціаліст" на базі бакалаврської підготовки за спеціалізацією БТАП склали дисципліни:

- Охорона праці в галузі;
- Клінічна оцінка результатів протезування;
- Біомеханічні дослідження системи "людина — протез";
- Конструювання деталей та вузлів протезів верхніх і нижніх кінцівок;
- Порядок постановки на виробництві випуску технічних засобів реабілітації;
- Випробування технічних засобів реабілітації осіб з дефектами опорно-рухового апарату.

Спеціалізацію утворювали дисципліни з загальним обсягом 2500 навчальних годин, що складало більше 30 % бюджету навчального плану підготовки бакалавра та спеціаліста. Заняття проводили наукові співробітники та лікарі УкрНДПротезування на базі клініки та спеціалізованих технологічних лабораторій інституту.

Для забезпечення аудиторних занять та самостійної роботи здобувачів вищої освіти фахівцями УкрНДПротезування у співпраці з професорсько-викладацьким складом кафедри Біомедичних електронних пристроїв та систем ХНУРЕ були розроблені, розглянуті на засіданні кафедри і затверджені програми дисциплін, плани лекцій, методичні рекомендації з самостійного вивчення дисциплін, методичні вказівки із різних видів занять, виконання курсової роботи та комплексного курсового проекту.

Вперше в Україні підбір спеціальної літератури, складання програм дисциплін спеціалізації, узагальнення практичного досвіду з протезування та ортезування і на цій підставі написання текстів лекцій, методичних розробок з різних видів занять та курсових робіт виконано науковими співробітниками та лікарями УкрНДПротезування разом з викладачами та науковими співробітниками кафедри ХНУРЕ, які мали досвід розробки та викладання сучасних біотехнічних систем, зокрема при дослідженнях опорно-рухового апарату [9–14], дрібної моторики [15, 16], електростимуляції м'язів [17, 18], плануванні хірургічних втручань в оториноларингології [19, 20] та нейрохірургії [21, 22], реконструктивній медицині [23, 24], функціональній діагностиці [25–28] та їх впровадження при дистанційній [29, 30] та інклюзивній освіті [31, 32] з можливостями тестування стресостійкості [33–35] та впровадження технологій стимуляційного [36] та натурального 3D моделювання [37].

Таким чином, починаючи з 2001 р. в Україні була створена і діяла система підготовки фахівців з протезування та ортезування за освітніми рівнями "бакалавр" і "спеціаліст" для протезної галузі. З 2001 по 2012 рр. за цією програмою пройшли навчання п'ять груп здобувачів вищої освіти первинної підготовки бакалаврів і спеціалістів загальною кількістю 72 випускники. Крім первинної підготовки фахівців в період 2004 — 2010 рр. проходили перепідготовку (здобуття другої вищої освіти) з протезування та ортезування на базі центру післядипломної освіти ХНУРЕ чотири групи здобувачів вищої освіти загальною кількістю 65 випускників. Перепідготовку пройшли майже усі керівники державних протезно-ортопедичних підприємств (директори підприємств, головні інженери та керівники підрозділів підприємств).

Об'єм виконаної навчально-методичної роботи можна охарактеризувати як перший етап в створенні та реалізації системи медико-технічної підготовки фахівців з протезування та ортезування,

яка базувалась на конструкціях та технологіях виготовлення протезно-ортопедичних виробів рівня 2000 р.

Мета роботи — висвітлити досвід щодо основних етапів підготовки сучасних фахівців для протезної промисловості за міжнародними стандартами. Для цього потрібно розглянути основні підходи до формування навчальних планів, організації практичної підготовки та наукової складової програми підготовки фахівців з протезування та ортезування.

В Україні, відповідно до Постанови Кабінету міністрів №1686 від 08.12.2006 р. із змінами (№157 від 31.03.2015 р. та №421 від 13.07.2016 р.), виконується Державна типова програма реабілітації осіб з інвалідністю, яка спрямована на забезпечення системного підходу до організації реабілітації, послідовності в проведенні багатопрофільних реабілітаційних заходів і установленні контролю за якістю реабілітаційних послуг. Основна мета програми — відновлення оптимального фізичного, інтелектуального, психічного і соціального рівня життєдіяльності особи з інвалідністю, сприяння її інтеграції в суспільство. Успіх цієї роботи значною мірою залежить від наявності фахівців, які володіють відповідними компетенціями. УкрНДІпротезування вже багато років займається вирішенням медико-технічних проблем реабілітації і соціальної адаптації осіб з інвалідністю, розробкою та удосконаленням протезно-ортопедичних виробів і технологій їх виготовлення, удосконаленням допоміжних засобів реабілітації, розробкою форм і методів медико-соціальної реабілітації осіб з патологіями опорно-рухового апарату. Інститут вивчає і удосконалює досягнення вітчизняної та світової науки в протезно-ортопедичній галузі і сприяє впровадженню їх в роботу підприємств та установ України, які зайняті протезуванням, протезобудуванням та реабілітацією осіб з інвалідністю.

Впровадження в практику роботи клініки УкрНДІпротезування нового обладнання (відділ комплексної ре-

абілітації), а саме: роботизованих систем (ЛОКОМАТ, GEO); систем нейрореабілітації з біологічним зворотнім зв'язком (Nirvana, Амбліокор); тренажерів для механотерапії (Motomed, Terraband, атлетична стійка, блочний тренажер та багатофункціональний тренажер для верхніх кінцівок); кімнати для побутової адаптації — підвищує ефективність реабілітаційних заходів і сприяє більш повному відновленню функціональності опорно-рухового апарату і мобільності осіб з інвалідністю в цілому.

В 2017 — 2018 рр. для фахівців протезно-ортопедичних підприємств УкрНДІпротезування проведено навчальні семінари за участю фахівців провідних іноземних фірм, в тому числі:

- застосування поліцентричних колінних механізмів з електронним керуванням фази переносу (компанія Tehlin) при протезуванні нижніх кінцівок (14.06.2017 р.);
- застосування кисті з міотичним керуванням (компанія Tehlin) при протезуванні верхніх кінцівок (15.06.2017 р.);
- особливості навчання ходьбі пацієнтів з ампутаціями на рівні стегна за методиками фірми Otto Bock (25-27.04.2017 р., 24-26.10.2017 р.);
- виготовлення протезів нижніх кінцівок для занять спортом за технологіями фірми Otto Bock, застосування комплексувальних виробів компанії Ossür в протезах нижніх кінцівок для занять спортом (27-29.03.2018 р.).

Гвітова тенденція щодо розвитку допоміжних засобів для осіб з обмеженням життєдіяльності індивідуального виготовлення, пов'язаних з появою нових матеріалів, технологій і нових конструкцій, обумовила потребу в більш глибоких і детальних знаннях технічних і суміжних з ними наук з медицини і охорони здоров'я, що відносяться до реабілітації осіб з порушеннями опорно-рухового апарату.

Міжнародна організація з протезування та ортезування (ISPO) і Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ)

дослідили системи підготовки фахівців з протезування та ортезування в Європі, США та Канаді і запровадили стандарти підготовки фахівців за трьома категоріями (Міжнародний стандарт професійного навчання в області протезування/ортезування, жовтень 2017 р):

- категорія ISPO I — Протезист/ортезист;
- категорія ISPO II — Асоціат протезист/ортезист;
- категорія ISPO III — Протезний/ортезний технік.

Для цих категорій міжнародними організаціями ISPO і ВООЗ були сформовані кваліфікаційні вимоги до їх практичної діяльності, а на підставі цих вимог — програми підготовки фахівців відповідних категорій. ISPO і ВООЗ акредитовано освітній заклад — Школа реабілітаційних наук (Human Study e. v., Німеччина, Нюрнберґ) (HS), який спеціалізується на організації дистанційного навчання в галузі протезування та ортезування для практикуючих протезистів та ортезистів. Освітній заклад представляє виконавчий директор Крістіан Шлірф.

Згідно з даними ВООЗ у країнах з низьким рівнем доходів населення із числа людей, які потребують протезно-ортопедичної допомоги, в середньому тільки 1 із 10 має доступ до протезування та ортезування. Враховуючи зростання кількості населення похилого віку в світі і, відповідно, зростання кількості осіб з захворюваннями опорно-рухового апарату, а також осіб, що мають поранення та важкі травми внаслідок військових конфліктів, дефіцит фахівців з протезування та ортезування постійно зростає. Виходячи з цього, ВООЗ закликає уряди держав до розширення системи освітньої та професійної підготовки протезистів та ортезистів для забезпечення населення якісним обслуговуванням та більш широким доступом до протезно-ортопедичних послуг.

Аналіз, проведений експертами ISPO в рамках проекту НАТО з підтримки та постачання у сфері медичної реабілітації, показав, що на сьогодні в Україні необ-

хідність в протезах та ортезах складає більше 100000 одиниць на рік. Крім того за останні роки додатково з'явилося близько сім тисяч осіб, які потребують протезно-ортопедичного забезпечення. Їх поява обумовлена як зростанням кількості захворювань опорно-рухового апарату, так і чисельними пораненнями серед військових та цивільного населення за період бойових дій на сході України. Послуги з надання протезно-ортопедичної допомоги в Україні сьогодні здійснюють біля 80 підприємств різної форми власності, на яких працюють більше 300 фахівців, що дуже мало для виготовлення необхідної кількості протезно-ортопедичних виробів на рік. Враховуючи рекомендації ВООЗ для обслуговування зазначеної кількості пацієнтів в Україні необхідно підготувати 1000 — 1500 спеціалістів.

Гучасна тенденція щодо інтеграції України до міжнародної спільноти протезистів/ортезистів робить надзвичайно актуальним введення нових освітніх стандартів ISPO (2017 р.) в галузі підготовки кваліфікованих фахівців з протезування та ортезування. Вирішення цього питання підтримано Урядом України та міжнародними організаціями, що підтверджено документами:

1. Імплементативна угода між Кабінетом Міністрів України та агенцією НАТО щодо підтримки та постачання (АНПП) про реалізацію співпраці у сфері медичної реабілітації від 12.12.2017 р., де в статті 4, п. В.3 сформульовано заходи, які відносяться до сфери діяльності Мінсоцполітики, Міносвіти та Міністерства охорони здоров'я України щодо надання допомоги у розробці та запровадженні міжнародно визнаної навчальної програми, яку створено ISPO для різних категорій персоналу, безпосередньо залученого до надання послуг з протезування та ортезування;

2. Засідання Координаційної ради Трастового фонду НАТО з фізичної реабілітації (протезування) військовослужбовців, поранених внаслідок проведення антитерористичної операції (20.06.2017 р., протокол № 7), де по четвертому питанню

порядку денного було ухвалено підтримати пропозицію щодо впровадження навчання протезистів/ортезистів за стандартами ISPO категорії II в УкрНДІпротезування, здійснити підбір кандидатів на підготовку викладачів та підтримувати співпрацю з компанією Human Study e. v. (HS) для швидшого впровадження зазначеного заходу в Україні;

3. Меморандум про взаєморозуміння між УкрНДІпротезування і Школою реабілітаційних наук Human Study e. v. (HS) щодо виконання проекту "Навчання викладачів з наук протезування та ортезування з метою підвищення якості послуг з медичної/фізичної реабілітації в Україні" (12.12.2017 р., додаток № 1 до цього Меморандуму). Пропозиція Проекту "Створення протезної та ортопедичної освіти в Україні" і додаток № 2 до цього Меморандуму "Навчальна програма на отримання Категорії ISPO-II (Асоціат протезист/ортезист)".

З метою реалізації Проекту "Створення протезної та ортопедичної освіти в Україні", започаткованого Агенством НАТО з підтримки та постачання, Міністерством соціальної політики України і Школою реабілітаційних наук HS, на основі міжнародної угоди між УкрНДІпротезування, ХНУРЕ і Школою реабілітаційних наук (HS) з січня 2018 р. почала діяти програма підготовки викладачів-тренерів (за термінологією HS) з протезування та ортезування за освітньою програмою

"Ортопедичні технології та інженерія" (спеціальність 163 — "Біомедична інженерія"), розробленою відповідно до міжнародного стандарту ISPO категорії II (Асоціат протезист/ортезист). З цією метою університетом та УкрНДІпротезування розроблені освітньо-професійна програма та навчальний план підготовки магістра обсягом 120 кредитів ЄКТС за зазначеними вище спеціальністю та освітньою програмою за заочною (дистанційною) формою навчання.

Професійна підготовка здобувачів з протезування та ортезування сформована на основі програми Школи реабілітаційних наук на отримання категорії ISPO-II і включає:

- модуль 1 — Протезування нижніх кінцівок;
- модуль 2 — Ортезування нижніх кінцівок;
- модуль 3 — Протезування верхніх кінцівок;
- модуль 4 — Ортезування верхніх кінцівок та хребта.

На базі програм навчання Школи реабілітаційних наук для отримання категорії ISPO-II було сформовано програми навчальних дисциплін циклу професійної підготовки магістра (таблиця).

Загальний обсяг дисциплін професійно-практичної підготовки освітньої програми "Ортопедичні технології та інженерія" складає 72 кредити ЄКТС із загальних 120 кредитів підготовки магістра.

Навчальні дисципліни та кредити циклу професійної підготовки

Навчальна дисципліна	Кількість кредитів
Функціональна анатомія ОРА	4
Ортопедичні патології ОРА	4
Клінічні та функціональні дослідження і моделювання протезних систем	8
Клінічні та функціональні дослідження і моделювання ортезних систем	6
Технології протезування нижніх кінцівок	8
Технології ортезування нижніх кінцівок	6
Біомеханічні дослідження в протезуванні та ортезуванні	6
Конструювання та технології виготовлення протезів верхніх кінцівок	7
Конструювання та технології виготовлення ортезів верхніх кінцівок	5
Конструювання та технології виготовлення ортезів на хребет	5
Комплексна реабілітація пацієнтів з патологіями опорно-рухового апарату	3
Професійна практика	4
Передатестаційна практика	4

Особливістю планування та організації навчального процесу є те, що навчання здобувачів вищої освіти з нормативних дисциплін та дисциплін професійно-практичної підготовки освітньої програми "Ортопедичні технології та інженерія" за навчальним планом проводилось на базі ХНУРЕ та УкрНДІпротезування за заочною формою навчання. Професійно-практична підготовка з протезування та ортезування здійснювалась експертами Школи реабілітаційних наук НС в рамках самостійної роботи здобувача між заліково-екзаменаційними сесіями за дистанційною формою навчання на «робочому місці» протезно-ортопедичного підприємства в форматі on-line освіти, а практичні семінари та іспити — очно, на базі УкрНДІпротезування.

В січні 2020 р. завершено магістерську підготовку дев'яти спеціалістів з протезування та ортезування, які одержали диплом магістра з кваліфікацією «Магістр, Біомедична інженерія, Ортопедичні технології та інженерія». Успішно освоєна професійна програма з протезування та ортезування, Школою реабілітаційних наук НС випускникам присвоєно міжнародну кваліфікацію — категорія ISPO-II (Асоціат протезист/ортезист) і видано сертифікати ISPO.

За 2018 — 2019 рр. здобувачами магістерського ступеня (викладачами-тренерами) за програмами презентацій, семінарів та іспитів професійної підготовки, а також за планами протезно-ортопедичного забезпечення осіб з інвалідністю на протезно-ортопедичних підприємствах, де вони працюють, виготовлено більше 300 зразків протезно-ортопедичних виробів за стандартами ISPO.

Використання сучасного обладнання, новітніх методів та технологій дозволило суттєво підвищити рівень наукових досліджень та коло розв'язаних дослідних завдань. Так, атестаційні роботи безпосередньо впроваджуються в протезну промисловість, або реалізуються у вигляді дослідних зразків. Тематику досліджень пов'язано із розробками технічних засобів

для лікування контрактур колінних суглобів у дітей; CAD-CAM технологій щодо виготовлення ортезів при сколіозі, балансувальних платформ для об'єктивного контролю процесу протезування; математичним моделюванням та швидким прототипуванням за допомогою 3D-друку черепних імплантів; технологіями протезування пацієнтів з куксами нижніх кінцівок, які змінюють об'ємні розміри; виготовленням складових при протезуванні стегна; виготовленням ортезних систем на верхні кінцівки для пацієнтів з порушеннями функцій рук при неврологічних захворюваннях та з іншими напрямками.

В роботі висвітлено досвід щодо основних етапів підготовки сучасних фахівців для протезної промисловості за міжнародними стандартами, розглянуто основні підходи до формування навчальних планів, організації практичної підготовки та наукової складової програми підготовки фахівців з протезування та ортезування. Використання сучасного обладнання, новітніх методів та технологій дозволило суттєво підвищити рівень наукових досліджень та коло розв'язаних дослідних завдань. Багато розробок, які реалізовано при виконанні атестаційних робіт магістрів, безпосередньо впроваджено в протезну промисловість, або реалізуються у вигляді експериментальних та дослідних зразків.

О триманий досвід використання сучасного обладнання, впровадження розробок та якісної підготовки фахівців є першим, але суттєвим кроком для оновлення вітчизняної протезної промисловості та біомедичної інженерії в цілому. Фахівці з такого напрямку підготовки будуть корисними для спортивної та реабілітаційної медицини. Починаючи з 2018 р. новітні технології за стандартами Міжнародної організації з протезування та ортезування впроваджуються на протезно-ортопедичних підприємствах Києва, Полтави та Харкова. В Україні створена і діє система підготовки фахівців з протезування та ортезування, протезобудування та відновлення працездатності

за міжнародними стандартами на базі співпраці ХНУРЕ, УкрНДІпротезування і Школи реабілітаційних наук Human Study e.v. (Німеччина, Нюрнберг). Перспективою роботи є розробка сучасного навчального контенту для реалізації навчально-наукового потенціалу та подальшої плідної співпраці для підготовки висококваліфікованих фахівців різних рівнів освіти за спеціалізацією «Ортопедичні технології та інженерія» за сучасними світовими стандартами.

Література:

1. Аврун О.Г. Співробітництво між Харківським національним університетом радіоелектроніки та УкрНДІпротезування з підготовки фахівців з вищою освітою для протезної галузі // Зб. наук. праць за матеріалами наук.-техн. конф. "Досягнення та перспективи реабілітації, підвищення функціональних можливостей і якості життя осіб з ураженнями опорно-рухової системи". Харків : УкрНДІпротезування, 2017. С. 101–104.
2. Дацок О. М., Жолонский Е. Н., Кизилова Н. Н. Двухфазная модель оседания эритроцитов в неоднородном поле сил // Вестник нац. техн. ун-та "ХПИ". 2002. Т. 7, № 9. С. 61–66.
3. Bykh A., Visotska E., Kobzev V., Analysis of Dermatoglyphic Signs for Definition Psychic Function-al State of Human's Organism // Information Science and Computing. Book 7 Artificial Intelligence and Decision Making. 2008. P. 49–52.
4. Аврун О.Г., Семенец В.В., Щербакова А.Б. Методы визуализации внутримозговых структур на современном этапе // Радиоэлектроника и информатика. 1999. № 4(9). С. 107–108.
5. Бондаренко М.Ф., Семенец В.В., Белоус Н.В., Куцевич И.В., Белоус И.А. Оценивание тестовых заданий разных типов и определение их уровня сложности // Искусственный интеллект. 2009. №4. С. 322–329.
6. Аврун О.Г., Масловский С.Ю., Шеститко И.И. Опыт создания обучающего-контролирующего комплекса по курсу гистология, цитология и эмбриология // Медицина сьогодні і завтра. 1999. № 3-4. С. 133–135.
7. Аврун О.Г., Аверьянова Л.А., Бых А.И., Головенко В.М., Скляр О.И. Методика создания виртуальных средств имитации работы рентгеновского компьютерного томографа // Техническая электродинамика. Киев, 2007. Т. 5. С.105–110.
8. Носова Я.В. Использование информационных моделей при разработке виртуальных обучающих систем // Медицинские приборы и технологии. Тула : ТулГУ, 2013. С. 23–25.
9. Носова Т.В., Жемчужкина Т.В., Радченко В.И. К вопросу моделирования электромиографического процесса // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2008. Вып. 5/5 (35). С. 33–36.
10. Бых А.И., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. Поиск информативных количественных показателей электромиографического сигнала. Сообщение 1 // Бионика интеллекта. 2007. Т. 1 (66). С. 118–125.
11. Статистичний аналіз спектральних характеристик ЕМГ-сигнала з ціллю диференціювання поперекових болей / Т.В. Жемчужкіна, Т.В. Носова, Я.В. Носова, О.В. Губанов, Д.Р. Дуплій, І.В. Котульський // Біоніка інтелекту. 2015. № 2 (85). С. 105–108.
12. Чумак В.С., Чугуй Е.А., Носова Т.В., Жемчужкина Т.В. Анализ электромиографического сигнала для контроля усталости мышц в режиме реального времени // Матеріали 23-го Міжнар. молодіжного форуму. Т.1. Харків : ХНУРЕ, 2019. С. 24–244.
13. Топчий В.С., Жемчужкина Т.В., Носова Т.В. Компьютерная система анализа состояния опорно-двигательного аппарата на основе фазовых портретов ЭМГ // Физические процессы и поля технических и биологических объектов : материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф., 3-5 ноября 2017 г. Кременчуг : КрНУ, 2017. С. 87–89.

14. *Tatyana V. Zhemchuzhkina, Sergii M. Zlepko, Tatyana V. Nosova, Valerii V. Semenets, Oleksii V. Kirichek, Marcin Maciejewski and Ainur Ormanbekova.* Application of EMG-signal phase portraits for differentiation of musculoskeletal system diseases // Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments. 2019, 1117632 (6 November 2019).
15. *Selivanova K.G. et all.* Computer-aided system for interactive psychomotor // Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments. Proc. of SPIE — Proceedings Volume 10445, 2017. 104453B.
16. *Селиванова К.Г.* Компьютерная система интерактивного тестирования психомоторики // Полиграфические, мультимедийные и webтехнологии. Т.1. Тез. докл. 1-й Междунар. науч.-техн. конф. Харьков : ХНУРЭ, 2016. С. 81–82.
17. *Ерошенко О.А., Прасол И.В.* Информационные технологии определения параметров стимулов систем электромиостимуляции // Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 14-15 бер. 2018 р. Харків, 2018. С. 122–124.
18. *Дацок О. М., Прасол И.В., Ерошенко О. А.* Побудова біотехнічної системи м'язової електростимуляції // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. Харків : НТУ "ХПІ", 2019. № 13 (1338). С. 165–175.
19. *Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань / О.Г. Аврунін, С.Б. Безшапочний, Є.В. Бодянський, В.В. Семенець, В.О. Філатов.* Харків : ХНУРЕ, 2018. 224 с.
20. *Інформаційні технології підтримки прийняття рішень при визначенні порушень носового дихання: монографія / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодянський, В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна.* Харків : ХНУРЕ, 2018. 125 с.
21. *Комп'ютерне планування малоінвазивних втручань в офтальмології та* нейрохірургії / О.Г. Аврунін, Д.В. Кухаренко, В.О. П'ятикоп, В.В. Семенець, М.Ю. Тимкович, В.О. Філатов. Харків : ХНУРЕ, 2020. 160 с.
22. *Avrunin O.G. Tymkovych M. Y., Moskovko S. P.* Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain // Przegląd Elektrotechniczny: doi:10.15199/48.2017.05.20. V. 93-5. 2017. P. 102–105.
23. *Бажан О.В., Аврунін О.Г., Тимкович М.Ю.* Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії // I Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів "Авіація, промисловість, суспільство", Кременчук, 2018. С. 184.
24. *Аврунин О.Г., Шамраева Е.О.* Реконструкция объемных моделей черепа и имплантата по томографическим снимкам // Системы обработки информации : зб. наук. пр. Харків : ХУПС, 2007. Вип. 9 (67). С. 137–140.
25. *Аврунин О.Г., Томашевский Р.С., Фарук Х.И.* Методы и средства функциональной диагностики внешнего дыхания. Харьков : ХНАДУ, 2015. 208 с.
26. *Носова Я.В., Шушляпина Н.О., Носова Т.В.* Визуализация обонятельной щели // Зб. наук. пр. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків : НТУ "ХПІ", 2015. №39 (1148). С. 73–77.
27. *Сучасні інтелектуальні технології функціональної медичної діагностики / О.Г. Аврунін, Є.В. Бодянський, М.В. Калашник, В.В. Семенець, В.О. Філатов.* Харків : ХНУРЕ, 2018. 248 с.
28. *Баган С.А., Мустецов Н.П.* Возможности диагностики гестоза беременных с использованием нейросетевых технологий // Интернаука. 2017. №10. С. 46–48.
29. *Семенець В., Каук В., Аврунін О.* Впровадження технологій дистанційного навчання у навчальний процес // Вища школа. 2009. № 5. С. 40–51.
30. *Avrunin O., Nosova Ya., Khudaieva S.* Features of creation technologies for educational panoramic video content // Modern approaches to the introduction of science into practice: Abstracts of X

International Scientific and Practical Conference. San Francisco, USA 2020. Pp.256–259.

31. *Повышение образовательного потенциала обучающих материалов при использовании видео с эффектом присутствия* / О.Г. Аврунин, В.В. Семенец, Я.В. Носова, С.А. Худаева // Матеріали Х міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції "Сучасний рух науки". Дніпро, 2020. Т.1. С. 8–13.

32. *Проблемы инклюзивного образования* / В.В. Семенец, О.Г. Аврунин, Т.В. Носова, Я.В. Носова // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. 2014. № 1143 (6). С. 23–27.

33. *Селиванова К.Г.* Возможности исследования тонкой моторики рук в динамике с помощью графического планшета // Сборник материалов докладов "Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы", 2012. С. 164–166.

34. *Селиванова К.Г.* Экспериментальное исследование тонкой моторики рук с помощью цифрового графического планшета // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" :

сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях. Харьков : НТУ "ХПИ", 2013. № 18 (991). С. 137–143.

35. *Капля М.А. Костин Д.А., Тымкович М.Ю.* Возможности применение гироскопа для оценки тремора конечностей // XVII Міжнар. наук.-техн. конф. "Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів. Кременчук : КрНУ, 2018. С. 215–216.

36. *Журавлев А.С. Шушляпина Н.О., Демина Е.В., Носова Я.В.* Симуляционные подходы в системе обучения оториноларингологии // Спеціальний випуск "Журналу вушних, носових і горлових хвороб" присвячено роботі Щорічної традиційної осінньої конференції Українського наукового медичного товариства лікарів-оториноларингологів з міжнародною участю "Сучасні досягнення в оториноларингології" (1–2 жовтня 2018р.). 2018. № 5. Т. 2. С. 32.

37. *Селезнев И.С. Тымкович М.Ю., Костин Д.А.* Разработка структурной схемы 3D-биопринтера с обратной связью // Матеріали 23-го Міжнар. молодіжного форуму. Т. 1. Харків : ХНУРЕ, 2019. С. 227–228.

04.01.2021

Відомості про авторів

Семенец Валерій Васильович — доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет радіоелектроніки, ректор, Харків, Україна, email: valery.semenets@nure.ua; ORCID: 0000-0001-8969-2143.

Салеева Антоніна Денисівна — кандидат технічних наук, доцент, Український науково-дослідний інститут протезування, протезобудування та відновлення працездатності, директор УкрНДІ протезування, Харків, Україна; email: saleeva@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2057-1017.

Аврунин Олег Григорович — доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет радіоелектроніки, завідувач кафедри біомедичної інженерії, Харків, Україна; email: oleh.avrunin@nure.ua; ORCID: 0000-0002-6312-687X.

Грищенко Володимир Семенович — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут протезування, протезобудування та відновлення працездатності, завідувач сектором організаційно-методичної роботи, Харків, Україна; email: risp.ukrniiprotez@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8410-2811.

Карпенко Ігор Валентинович — Український науково-дослідний інститут протезування, протезобудування та відновлення працездатності, старший науковий співробітник, Харків, Україна; email: igorkarpenko68@ukr.net; ORCID: 0000-0002-8410-0011

Солнцева Ірина Леонардівна — кандидат технічних наук, Український науково-дослідний інститут протезування, протезобудування та відновлення працездатності, вчений секретар, Харків, Україна; email: irensun78@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8517-9120.