

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор  
Національного університету  
“Львівська політехніка”

\_\_\_\_\_ Ю.Я.Бобало

“     ”  
\_\_\_\_\_

**ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА**

Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей)

РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Другий (магістерський) рівень

СТУПІНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ

МАГІСТР

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

16 Хімічна та біоінженерія

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ

163 Біомедична інженерія

Розглянуто та затверджено  
на засіданні Вченої ради  
Національного університету  
“Львівська політехніка”.

Протокол №

від

Львів

**ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ  
освітньо-професійної програми**

Рівень вищої освіти	<u>Другий магістерський</u>
Галузь знань	<u>16 Хімічна та біоінженерія</u>
Спеціальність	<u>163 Біомедична інженерія</u>
Кваліфікація	<u>Магістр з біомедичної інженерії за спеціалізацією «Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей)»</u>

**РОЗРОБЛЕНО І СХВАЛЕНО**

Науково-методичною комісією спеціальності 163 Біомедична інженерія

Протокол

від

Голова НМК спеціальності

\_\_\_\_\_ В.І.Лозинський

**РЕКОМЕНДОВАНО**

Науково-методичною радою університету

Протокол №

від

Голова НМР університету

\_\_\_\_\_ А.Г. Загородній

**ПОГОДЖЕНО**

Проректор з науково-педагогічної роботи Національного університету “Львівська політехніка”

\_\_\_\_\_ О.Р.Давидчак

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

Начальник Навчально-методичного відділу університету

\_\_\_\_\_ В.М. Свірідов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

Директор ІТРЕ

\_\_\_\_\_ Б.М.Стрихалюк

## ПЕРЕДМОВА

Розроблено робочою групою із забезпечення якості освітньо - професійної програми спеціальності 163 «Біомедична інженерія» відповідно до стандарту вищої освіти України за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» другого (магістерського) рівня вищої освіти, затвердженого наказом МОН України № 561 від 24.04.2019р., у складі:

- Сторчун Є.В. - гарант програми, д.т.н, проф., професор кафедри електронних засобів інформаційно - комп'ютерних технологій (ЕЗІКТ);
- Романишин Ю.М. - д.т.н., проф., завідувач кафедри ЕЗІКТ;
- Голяка Р.Л. - д.т.н., проф., професор кафедри ЕЗІКТ;
- Гліненко Л.К. - к.т.н., доц., доцент кафедри ЕЗІКТ
- Яковенко Є.І. - к.т.н, доц., доцент кафедри ЕЗІКТ;
- Микулович Р.О. - директор фірми «Левіль» (м.Львів);

Гарант програми \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Сторчун Є.В.

Проект освітньо-професійної програми обговорений та схвалений на засіданні Вченої ради Інституту телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки

Протокол № від

Голова Вченої ради ІТРЕ \_\_\_\_\_ Б.М.Стрихалюк

Затверджено та надано чинності

Наказом ректора Національного університету «Львівська політехніка»

від “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ .

Ця освітньо-професійна програма не може бути повністю або частково відтворена, тиражована та розповсюджена без дозволу Національного університету «Львівська політехніка».

# 1. Профіль програми магістра зі спеціальності 163 Біомедична інженерія Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей)

<b>1. Загальна характеристика</b>	
Повна назва закладу вищої освіти	Національний університет «Львівська політехніка»
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	163 Біомедична інженерія
Обмеження щодо форм навчання	Немає
Офіційна назва освітньої програми	Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей). Biotechnical and medical apparatus and systems (Internet of Things).
Освітня кваліфікація	Магістр з біомедичної інженерії за спеціалізацією біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей) Master of Biomedical Engineering, majoring in Biotechnical and medical apparatus and systems (Internet of Things)
Кваліфікація в дипломі	Ступінь вищої освіти – Магістр Спеціальність – 163 Біомедична інженерія Спеціалізація – Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей) Освітня програма – Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей)
Обсяг освітньої програми магістра	Обсяг освітньої - професійної програми магістра становить 90 кредитів ЄКТС. Мінімум 35% обсягу освітньої програми має бути спрямовано для здобуття загальних та спеціальних (фахових) компетентностей за спеціальністю, визначених стандартом вищої освіти.
Наявність акредитації	Акредитована
Цикл/рівень	НРК України – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл, EQF-LLL- 7 рівень
Передумови	Наявність ступеня бакалавра
Мова(и) викладання	Українська мова
Основні поняття та їх визначення	У програмі використано основні поняття та їх визначення відповідно до закону України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. № 1556-VII зі змінами та доповненнями. Методичних рекомендацій щодо розроблення стандартів вищої освіти, схвалених сектором вищої освіти Науково - методичної Ради МОН України (протокол №3 від 29.03.2016 р.)
<b>2. Мета освітньої програми</b>	
	Надати теоретичні знання та практичні уміння і навички, достатні для успішного виконання професійних обов'язків за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» та підготувати студентів для подальшого працевлаштування за обраною спеціальністю
<b>3. Опис предметної області</b>	
Об'єкт(и) вивчення та/або діяльності	Засоби і методи інженерії і точних наук для вирішення проблем біології і медицини: розроблення, виробництво, випробування, експлуатація, сервісне обслуговування, ремонт і експертиза

	медичної техніки, біоматеріалів, біоінженерних систем і процесів, виробів медико-біологічного призначення; обробка біомедичної інформації; техніко-інформаційне супроводження медичних технологій та систем, поліпшення здоров'я, тривалості і якості життя.
Цілі навчання	Підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері біомедичної інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.
Орієнтація освітньої програми	Освітня програма базується на відомих положеннях та результатах сучасних наукових досліджень з методів та технічних засобів медичної діагностики, терапії і лабораторних обстежень та орієнтує студентів на актуальні спеціалізації, в рамках яких можлива подальша професійна і наукова кар'єра: клінічна інженерія, біомедичні прилади та системи, інформаційні медичні системи.
Теоретичний зміст предметної області	Фундаментальні та прикладні основи аналізу, моделювання, проектування, розробки, виробництва, випробування, експлуатації і експертизи, техніко-інформаційного супроводження медичної техніки, медичних виробів і біоматеріалів, біоінженерних систем і процесів, обробка і інтерпретація біомедичної інформації.
Методи, методики та технології	Інженерно-конструкторські методи, біотехнічні та медико-технічні технології, моделювання, програмне забезпечення та інформаційні технології для обробки та аналізу даних біології, медицини та медичного приладобудування.
Інструменти та обладнання	Біологічна та медична техніка, біомедичні вироби і матеріали медичного призначення, штучні органи, обчислювальна техніка, засоби та системи автоматизованого проектування, конструювання, моделювання в біології та медицині
Академічні права випускників	Мають право продовжити навчання на третьому освітньо-науковому рівні вищої освіти. Набуття додаткових кваліфікацій в системі післядипломної освіти.
<b>4. Здатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання</b>	
Придатність до працевлаштування	Робочі місця в державному та приватному секторах у різних сферах діяльності, зокрема: виробництво, ремонт, обслуговування та налагоджування біомедичних приладів, комплексів та систем діагностики, терапії і лабораторних досліджень на посадах: – інженер-дослідник біомедичний; – інженер біомедичний; – інженер з налагодження й випробувань; – інженер з організації експлуатації та ремонту; – інженер із впровадження нової техніки й технології; – інженер-дослідник; – інженер-конструктор; – молодший науковий співробітник (медична фізика); – викладач середніх навчальних закладів.
Подальше навчання	Мають право продовжити навчання на третьому (освітньо - науковому) рівні вищої освіти - доктора філософії. Набуття додаткових кваліфікацій в системі післядипломної освіти.
<b>5. Викладання та оцінювання</b>	
Викладання та	Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття із залученням

навчання	віртуального начального середовища, самостійна робота на основі підручників, навчальних посібників та конспектів лекцій, консультації з викладачами, контрольні роботи, усні презентації, підготовка і захист магістерської кваліфікаційної роботи.
Оцінювання	Поточний контроль, екзамени, заліки, лабораторні звіти, графічно-розрахункові роботи, , підготовка магістерської кваліфікаційної роботи.
<b>6. Перелік компетентностей випускника</b>	
Інтегральна компетентність (ІНТ)	Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування загально технічних теорій та методів з урахуванням біологічних особливостей об'єкта, проведення досліджень та/або здійснення інновацій за невизначених умов і вимог.
Загальні компетентності (ЗК)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</li> <li>2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</li> <li>3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.</li> <li>4. Здатність працювати в команді.</li> <li>5. Здатність працювати в міжнародному контексті.</li> <li>6. Здатність удосконалювати й розвивати свій інтелектуальний і культурний рівень, будувати траєкторію професійного розвитку й кар'єри.</li> <li>7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями як в колективі, так і самостійно.</li> <li>8. Здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання.</li> <li>9. Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність).</li> <li>10. Здатність приймати управлінські рішення, оцінювати їх можливі наслідки й брати відповідальність за результати діяльності своєї та команди.</li> <li>11. Здатність керувати проектами, організовувати командну роботу, проявляти ініціативу з удосконалення діяльності.</li> <li>12. Здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу, синтезу та інших методів.</li> <li>13. Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, при необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.</li> </ol>
Спеціальні (фахові, предметні) компетенції (ФК)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук.</li> <li>2. Здатність розробляти робочу гіпотезу, планувати і ставити експерименти для перевірки гіпотези і досягнення інженерної мети за допомогою відповідних технологій, технічних засобів та інструментів.</li> <li>3. Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій.</li> <li>4. Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та</li> </ol>

	<p>технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.</p> <p>5. Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології.</p> <p>6. Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем.</p> <p><i>Вибірковий блок №1</i></p> <p>7. Здатність ефективно використовувати складне медичне обладнання, в тому числі променевої медичної техніки.</p> <p>8. Здатність забезпечувати технічний контроль радіологічних і електромагнітних впливів та радіаційної безпеки медичних процедур.</p> <p>9. Здатність використовувати методи тестування медичних приладів і систем, розрахунків основних вузлів електронних і мікропроцесорних систем медичного призначення.</p> <p><i>Вибірковий блок №2</i></p> <p>10. Здатність виконувати інженерне обслуговування медичних приладів і систем, до складу яких входять цифрові мікропроцесорні системи.</p> <p>11. Здатність проводити ручне і автоматизоване тестування програм біомедичного призначення.</p> <p>12. Здатність розробляти алгоритми та методи калібрування, вимірювань і обробки їх результатів для практичного використання в біомедичних системах.</p>
<b>7. Програмні результати навчання</b>	
Результати навчання (РН)	<p>1. Проектувати, конструювати, вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію.</p> <p>2. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.</p> <p>3. Створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.</p> <p>4. Розробляти, планувати, виконувати та обґрунтовувати інноваційні проекти біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних, медичних, правових, економічних, екологічних та соціальних аспектів, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення.</p> <p>5. Оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив, правові, деонтологічні і морально-етичні наслідки використання.</p>

	<p>6. Вирішувати у практичній діяльності завдання біомедичної інженерії з усвідомленням власної етичної та соціальної відповідальності в особистій діяльності та/або в команді.</p> <p>7. Виявляти проблеми та оцінювати перспективи (прогнозувати) розвитку біомедичної інженерії.</p> <p>8. Використовувати методи координації, кількісної оцінки, моніторингу, планування, контролю та звітності до інженерної діяльності.</p> <p>9. Отримувати, обробляти та інтерпретувати біосигнали для дослідження біологічних об'єктів, розробки і вдосконалення діагностичних і терапевтичних методів.</p> <p>10. Здійснювати контроль за виконанням стандартів і правил радіаційного та дозиметричного контролю у медичному закладі, біозахисту та біобезпеки, розрахунок та планування променевого навантаження при лікувально-діагностичних процедурах.</p> <p>11. Обробляти біомедичну інформацію, створювати та експлуатувати медичні бази даних, експертні, моніторні системи, створювати та використовувати сучасні пакети прикладних програм інформаційної підтримки діагностичного та лікувального процесів.</p>
<b>8. Ресурсне забезпечення реалізації програми</b>	
Специфічні характеристики кадрового забезпечення	Понад 80% науково-педагогічних працівників кафедри, задіяних до викладання дисциплін спеціальності, мають вчене звання та науковий ступінь.
Специфічні характеристики матеріально – технічного забезпечення	Використання сучасного медичного обладнання вітчизняних виробників, зокрема, НВП «Метекол», фірми «Радмир», НВП «DX - системи», а також іноземних виробників: Kranzbühler Sonoscope 30, Ultramark 4.
Специфічні характеристики інформаційно – методичного забезпечення	Використання віртуального навчального середовища Національного університету «Львівська політехніка» та авторських розробок професорсько - викладацького складу.
<b>9. Академічна мобільність</b>	
Національна кредитна мобільність	На основі двохсторонніх договорів між Національним університетом «Львівська політехніка» та технічними університетами України
Міжнародна кредитна мобільність	На основі двохсторонніх договорів між Національним університетом «Львівська політехніка» та закордонними вищими навчальними закладами країн - партнерів
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Можливе, після вивчення курсу української мови



## 2. Розподіл змісту освітньо-професійної програми за групами компонентів та циклами підготовки

№ п/п	Цикл підготовки	Обсяг навчального навантаження здобувача вищої освіти (кредитів / %)		
		Обов'язкові компоненти освітньо-професійної програми	Вибіркові компоненти освітньо-професійної програми	Всього за весь термін навчання
1	2	3	4	5
1.	Цикл загальної підготовки	6/6,6	3/3,3	9/9,9
2.	Цикл професійної підготовки	61/67,8	20/22,3	81/90,1
Всього за весь термін навчання		67/74,4	23/25,6	<b>90/100</b>

## 3. Перелік компонент освітньо-професійної програми

Код н/д	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові проекти (роботи), практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів	Форма підсумкового контролю
<b>Обов'язкові компоненти освітньо-професійної програми</b>			
1. Цикл загальної підготовки			
СК1.1.	Економіка та управління підприємством	3	залік
СК1.2.	Іноземна мова за професійним спрямуванням	3	залік
<b>Всього:</b>		<b>6</b>	
2. Цикл професійної підготовки			
СК2.1.	Методологія наукових досліджень	4	екзамен
СК2.2.	Технологія організації та адміністрування корпоративних мереж	5	екзамен
СК2.3	Системи інформаційної безпеки	5	залік
СК2.4	Професійна та цивільна безпека	3	залік
СК2.5	Біофізичні основи інструментальних методів медичної діагностики	5	екзамен
СК2.6	Біофізичні основи інструментальних методів медичної діагностики, курсова робота	2	залік
СК2.7	Технологія інтернет речей в біомедичній інженерії	5	екзамен
СК2.8	Технологія інтернет речей в біомедичній інженерії, курсова робота	2	залік
СК2.9	Практика за темою магістерської кваліфікаційної роботи	9	залік
СК2.10	Виконання магістерської кваліфікаційної роботи	16,5	
СК2.11	Захист магістерської кваліфікаційної роботи	4,5	Державна атестація
<b>Всього:</b>		<b>61</b>	
<b>Всього за групу компонентів:</b>		<b>67</b>	
<b>Вибіркові компоненти освітньо-професійної програми</b>			
1. Цикл загальної підготовки			
<b>Всього:</b>		<b>3</b>	

2. Цикл професійної підготовки			
Блок ВБ1. Технології фізіотерапії та хірургії			
ВБ2.1.	Біофізичні основи інструментальної фізіотерапії	5	екзамен
ВБ2.2.	Рентгенівські медичні технології	5	екзамен
ВБ2.3.	Медична статистика	5	залік
<b>Всього:</b>		<b>15</b>	
Блок ВБ2. Технології біомедичної інженерії			
ВБ3.1.	Акустичні методи дослідження в медицині	5	екзамен
ВБ3.2.	Біонічна робототехніка	5	залік
ВБ3.3.	Методи 3D друку в біоінженерії	5	залік
<b>Всього:</b>		<b>15</b>	
<b>Всього за групу компонентів:</b>		<b>15</b>	
Вибіркові компоненти інших освітньо-професійних програми			
<b>Всього:</b>		<b>5</b>	
<b>Всього за вибіркові компоненти ОПП</b>		<b>23</b>	
<b>Всього за освітню програму:</b>		<b>90</b>	

#### 4. Форма атестації здобувачів вищої освіти

Атестація випускників спеціальності 163 «Біомедична інженерія» (спеціалізація – Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей) проводиться у формі захисту кваліфікаційної магістерської роботи та завершується видачею документів встановленого зразка про присудження йому ступеня магістра з присвоєнням кваліфікації: Магістр з біомедичної інженерії (Спеціалізація – Біотехнічні та медичні апарати і системи (Інтернет речей)).

Атестація здійснюється відкрито і публічно.

Кваліфікаційна робота оприлюднюється у депозитарію Національного університету «Львівська політехніка».

## 5. Матриця відповідності програмних компетенцій навчальним компонентам

	СК1.1.	СК1.2	СК2.1.	СК2.2.	СК2.3.	СК2.4.	СК2.5.	СК2.6.	СК2.7.	СК2.8.	ВБ2.1.	ВБ2.2.	ВБ2.3.	ВБ3.1.	ВБ3.2.	ВБ3.3.
ІНТ		*	*			*					*	*				
ЗК1			*	*	*		*		*		*	*		*	*	*
ЗК2	*	*	*	*	*		*		*		*	*	*	*	*	*
ЗК3			*			*		*		*						
ЗК4	*		*		*	*							*		*	
ЗК5	*	*			*	*			*				*			
ЗК6	*		*	*		*										
ЗК7	*	*	*	*				*		*						
ЗК8			*					*		*						
ЗК9			*					*		*						
ЗК10	*					*										
ЗК11	*		*						*				*		*	
ЗК12			*													
ЗК13		*						*		*						
ФК1			*				*		*		*	*		*	*	
ФК2								*		*						
ФК3		*	*				*		*		*			*		
ФК4							*		*		*	*			*	*
ФК5			*													
ФК6			*												*	
ФК7							*		*		*	*				
ФК8							*		*		*		*			
ФК9						*	*		*		*	*	*			
ФК10		*		*	*		*					*		*		*
ФК11							*				*	*		*	*	
ФК12							*		*		*			*	*	*

**6. Матриця забезпечення програмних результатів навчання  
відповідним компонентам освітньої програми**

	СК1.1.	СК1.2.	СК2.1.	СК2.2.	СК2.3.	СК2.4.	СК2.5.	СК2.6.	СК2.7.	СК2.8.	ВБ2.1.	ВБ2.2.	ВБ2.3.	ВБ3.1.	ВБ3.2.	ВБ3.3.
<b>PH1</b>						*	*		*		*			*		
<b>PH2</b>		*	*	*			*	*	*	*					*	
<b>PH3</b>		*	*									*	*			*
<b>PH4</b>	*		*	*		*			*		*			*	*	
<b>PH5</b>			*			*										
<b>PH6</b>					*	*										
<b>PH7</b>							*		*		*	*		*		*
<b>PH8</b>			*	*									*			
<b>PH9</b>				*			*									
<b>PH10</b>	*					*										
<b>PH11</b>	*		*						*				*		*	

**Структурно – функціональна схема підготовки магістрів спеціальності 163 – Біомедична інженерія освітньо - професійної програми «Біотехнічні та медичні апарати і системи» з вибірковими блоками: 1 - Технології фізіотерапії та хірургії, 2 - Технології біомедичної інженерії**

