МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

ЗАТВЕРДЖЕНО ВЧЕНОЮ РАДОЮ
Львівського національного університету
імені Івана Франка
Голова Вченої ради
_____ Володимир МЕЛЬНИК
(протокол № 4/23 від «29» 03 2023 р.)

Освітня програма
вводиться в дію з 01.09.2023 р.

ОСВІТНЬО – ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА

ПРИСТРОЇ ТА МАТЕРІАЛИ СЕНСОРНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

другого (магістерського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 176 – Мікро- та наносистемна техніка
галузі знань 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Львів 2023 р.

РОЗРОБЛЕНО РОБОЧОЮ ГРУПОЮ У СКЛАДІ:

Лучечко Андрій Петрович Керівник проектної групи / гарант освітньої програми	доцент, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки
Бордун Олег Михайлович	професор, доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри фізичної та біомедичної електроніки
Павлик Богдан Васильович	професор, доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки
Пенюх Богдан Романович	доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізичної та біомедичної електроніки
Ваків Микола Михайлович	доктор технічних наук, професор, генеральний директор НВП «Електрон-Карат», ДП ПАТ «Концерн-Електрон»
Загайко Дмитро	здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, студент 1-го курсу магістратури за спеціальністю “Мікро та наносистемна техніка” (ОП – “Фізична та біомедична електроніка”)

Рецензії-відгуки зовнішніх стейкхолдерів:

Попович Дмитро Іванович – завідувач відділу фізико-математичного моделювання низьковимірних систем Інституту прикладних проблем механіки і математики імені Я.С. Підстригача НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор

Олексій Кравченко – начальник відділу аналогової обробки сигналу фірми «Ренесас Дизайн» Україна, кандидат фізико-математичних наук

Анатолій Шупарський – архітектор рішень (Strategic Solution Architect) у компанії GlobalLogic

Гарант освітньої програми _____ Андрій ЛУЧЕЧКО
(підпис) (ініціали, прізвище)

УХВАЛЕНО
на засіданні Вченої ради факультету електроніки та комп’ютерних технологій
Протокол № 35/23 від « 27 » березня 2023 року.

Голова Вченої ради, декан факультету електроніки та комп’ютерних технологій _____ Юрій ФУРГАЛА
(підпис) (ініціали, прізвище)

1. Профіль освітньо-професійної програми «Пристрої та матеріали сенсорної електроніки» за спеціальністю 176 «Мікро- та наносистемна техніка»

I. Загальна характеристика освітньої програми	
Повна назва вищого навчального закладу та структурного підрозділу	Львівський національний університет імені Івана Франка, факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації мовою оригіналу	Магістр Магістр з мікро- та наносистемної техніки
Офіційна назва освітньої програми	Освітньо-професійна програма «Пристрої та матеріали сенсорної електроніки»
Тип диплому та обсяг освітньої програми	Диплом магістра, одиничний, 90 кредитів ЄКТС, термін навчання – 1 рік 4 місяці
Наявність акредитації	–
Цикл/рівень програми	НРК України – 7 рівень, FQ–EHEA – *second cycle*, EQF-LLL – *Level 7*
Передумови	Наявність ступеня бакалавра (або освітньо-кваліфікаційний рівень спеціаліста)
Мова(и) викладання	Українська
Термін дії освітньої програми	До наступного оновлення програми
Інтернет-адреса постійного розміщення опису освітньої програми	https://electronics.lnu.edu.ua/
II. Мета освітньої програми	
Забезпечити підготовку висококваліфікованих випускників, сформувати та розвинути закладені компетентності, забезпечити досягнення програмних результатів навчання, набуття теоретичних і практичних знань та вмінь, навичок та інших компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності, зокрема для розроблення, впровадження й дослідження технологій, матеріалів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки у різних галузях людської діяльності, національної економіки та виробництва, а також для конструювання, випробовування та модернізації пристроїв сенсорної електроніки.	
III. Характеристики освітньої програми	
Предметна область (галузь знань, спеціальність)	Галузь знань: 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації Спеціальність: 176 – Мікро- та наносистемна техніка **Об'єкти вивчення та діяльності** – фізичні процеси і явища, на яких ґрунтується функціонування мікро- та наносистем; технологічні процеси їх виготовлення, принципи дії, складні системи та прилади мікро- та наносистемної техніки. **Цілі навчання** – набуття компетенцій, необхідних для дослідження і розроблення новітніх та використання існуючих технологій, матеріалів та приладів мікро- та наносистемної техніки, їх конструювання, виготовлення, випробовування, експлуатації та модернізації. **Теоретичний зміст предметної області** – фундаментальні принципи побудови та функціонування складної мікро- та наносистемної техніки; методи моделювання об'єктів та процесів, що в них відбуваються; властивості матеріалів; особливості технологічних процесів.

	Методи, методики та технології вимірювання та моделювання характеристик матеріалів, приладів, пристроїв і систем; планування експериментів і обробки їх результатів. **Інструменти та обладнання** – прилади та пристрої мікро- та наносистемної техніки, контрольно-вимірювальна апаратура, спеціалізоване технологічне обладнання та оснащення, програмні засоби для розрахунків параметрів, характеристик, моделювання та програмування, розроблення та ведення конструкторської документації
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна програма підготовки магістра
Основний фокус освітньої програми та спеціалізації	Спеціальна освіта в галузі 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації, спеціальності 176 Мікро- та наносистемна техніка. Програма готує випускників здійснювати інженерно-технічну, виробничо-технологічну, та інноваційну професійну діяльність. Ключові слова: сенсорна електроніка; мікро- та наносистемні компоненти, пристрої, технології;
Особливості освітньої програми	Освітня програма покликана до підготовки магістрів, здатних до системного мислення, поглибленого вивчення фізичних процесів і явищ, на яких ґрунтується функціонування мікро- та наносистем, технологічних процесів їх виготовлення і принципів функціонування. Розглядається вирішення задач розробки та оптимізації конструктивних елементів і пристроїв сенсорної електроніки; вміння оцінювати рівень існуючих технологій у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень, відшукувати шляхи та можливості реалізації наукових ідей. Освітня програма передбачає залучення до викладання окремих навчальних дисциплін/занять фахівців ІТ підприємств та установ НАН України, можливість проходження практики у провідних ІТ компаніях (SiTime, Infineon, GlobalLogic), наявність загальноуніверситетської програми академічної мобільності.
IV. Придатність випускників до працевлаштування та продовження освіти	

Придатність до працевлаштування	Назви професій згідно з Національним класифікатором України: Класифікатор професій (ДК 003:2010) **2149** Професіонали в інших галузях інженерної справи: – інженер з налагодження й випробувань; – інженер з організації експлуатації та ремонту; – інженер з патентної та винахідницької роботи; – інженер з ремонту; – інженер із впровадження нової техніки й технології; – інженер із стандартизації та якості; – інженер-дослідник; – інженер-конструктор; – інженер-технолог; – інженер з підготовки виробництва.
Подальше навчання	Магістр з мікро- та наносистемної техніки має право продовжити навчання на третьому освітньо-науковому рівні вищої освіти та здобувати додаткові кваліфікації в системі освіти дорослих.
V. Викладання та оцінювання	
Викладання та навчання	Викладання здійснюється з використанням основних засад: студентоцентрованого, практикоорієнтованого, проблемно-орієнтованого навчання; електронного навчання в системі Moodle та Microsoft Teams,; самонавчання. Викладання проводиться у вигляді: лекцій, мультимедійних лекцій, інтерактивних та інтегрованих лекцій, семінарів, лабораторних та практичних занять, виконання міждисциплінарних проектів, занять на базах практик, консультацій із науково-педагогічними працівниками, індивідуальних занять.
Оцінювання	Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти здійснюється за системою ECTS та національною шкалою оцінювання. Поточний контроль – усне і письмове опитування, оцінка роботи в малих групах, тестування, виконання і захист лабораторних робіт та індивідуальних завдань. Підсумковий контроль – екзамени та заліки з урахуванням накопичених балів поточного контролю. Атестація здобувачів здійснюється у формі публічного захисту (демонстрації) кваліфікаційної роботи.
VI. Програмні компетентності	
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми під час професійної діяльності у сфері мікро- та наносистемної техніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.
Загальні компетентності	ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК3. Здатність спілкуватися іноземною мовою. ЗК4. Здатність проводити досліджень на відповідному рівні.

	ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК7. Навички міжособистісної взаємодії. ЗК8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	СК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення. СК2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів. СК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та наноелектронні системи різного призначення. СК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і наноелектронних приладах та системах. СК5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення. СК6. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності. СК7. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти. СК8. Здатність використовувати профільні знання та практичні навички для дослідження, розроблення і оптимізації матеріалів та пристроїв сенсорної електроніки.
VII. Програмні результати навчання	
Програмні результати навчання	РН1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах. РН2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. РН3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення. РН4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.

	Р5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та наноелектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів. Р6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування. Р7. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки. Р8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її. Р9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки. Р10. Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та наноелектронних систем. Р11. Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів. Р12. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки. Р13. Керувати складними робочими процесами у сфері виробництва та/або досліджень мікро- та наноелектронних систем, об'єктивно оцінювати результати діяльності колективу та окремих працівників, визначати заходи щодо покращення результатів діяльності. Р14. Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки. Р15. Забезпечувати захист інтелектуальної власності, комерціалізацію результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності. Р.16. Досліджувати, проектувати і розробляти матеріали та пристрої сенсорної електроніки, розуміти перспективи їхнього використання у сучасних сенсорних системах різноманітного призначення.
VIII. Ресурсне забезпечення реалізації програми	
Кадрове забезпечення	Реалізацію освітньої програми забезпечують науково-педагогічні працівники, кафедр СНПЕ та ФБМЕ, високої кваліфікації з науковими ступенями (5 докторів наук, 6 кандидатів наук) та вченими званнями (3 професори, 8

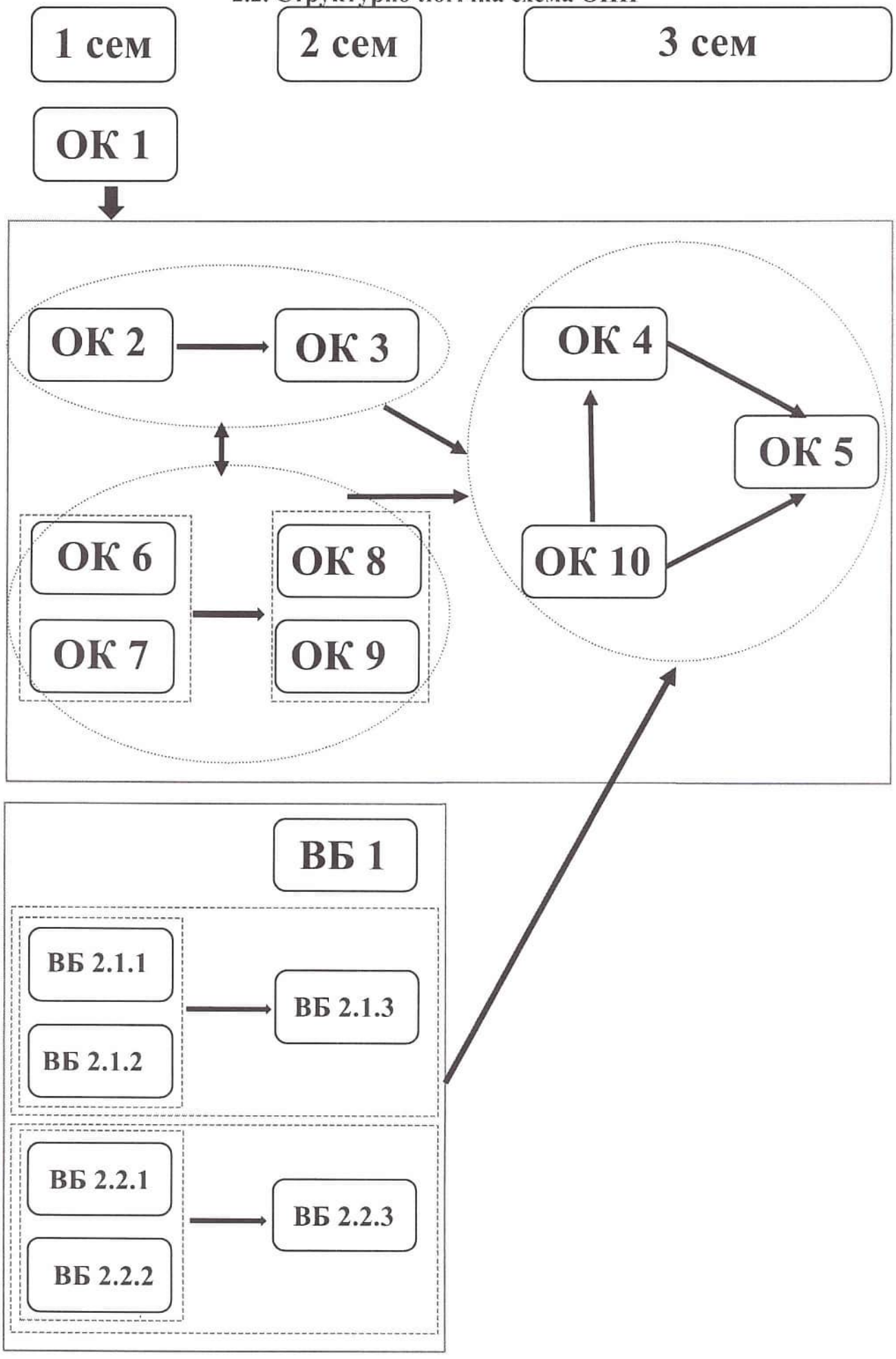
	доцентів), які відповідають Ліцензійним умовам, працівники – практики провідних ІТ компаній.
Матеріально-технічне забезпечення	Комп'ютерні класи, оснащені сучасними комп'ютерами; навчальні аудиторії, оснащені мультимедійною технікою та Інтернетом; міжкафедральна обчислювальна лабораторія та лабораторія високопродуктивних обчислювальних систем; спеціалізовані навчально-наукові лабораторії з відповідним обладнанням та вимірювальними приладами;
Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	Офіційний веб-сайт Львівського національного університету імені Івана Франка https://lnu.edu.ua ; офіційний сайт факультету електроніки та комп'ютерних технологій https://electronics.lnu.edu.ua/; необмежений доступ до мережі Інтернет; наукова бібліотека ЛНУ ім.Івана Франка https://www.lnulibrary.lviv.ua/; навчальні і робочі плани; графіки навчального процесу; силабуси та робочі навчальні програми дисциплін; доступ до наукометричних баз Scopus, Web of Science. Бібліотека Львівського національного університету імені Івана Франка, комплекс навчально-методичного забезпечення дисциплін, віртуальне навчальне середовище університету і факультету електроніки та комп'ютерних технологій, робочі програми з навчальних дисциплін, силабуси, підручники, навчальні посібники, методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт, довідкова навчальна література, збірник наукових праць «Електроніка та інформаційні технології».
IX. Академічна мобільність	
Національна кредитна мобільність	Навчання на основі двосторонніх договорів між Львівським національним університетом імені Івана Франка та закладами вищої освіти України.
Міжнародна кредитна мобільність	Навчання на основі двосторонніх договорів між Львівським національним університетом імені Івана Франка та закладами вищої освіти країн-партнерів за програмами академічної мобільності Erasmus+.
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Можливість навчання іноземних здобувачів освіти за умови вивчення ними курсу української мови

2. Перелік компонент освітньо-професійної програми та їх логічна послідовність

2.1. Перелік компонент освітньо-професійної програми

Назва навчальної дисципліни		Загальний обсяг		Форма підсумкового контролю
		Кредити	Години	
1. НОРМАТИВНІ НАВЧАЛЬНІ ДИСЦИПЛІНИ				
1.1. Цикл загальної підготовки				
ОК 1	Іноземна мова (за професійним спрямуванням)	3,0	90	залік
1.2. Цикл професійної та практичної підготовки				
ОК 2	Наносистеми та нанотехнології	4,5	135	іспит
ОК 3	Електронні процеси в нанорозмірних системах	7,0	210	іспит
ОК 4	Виробнича (переддипломна) практика	9,0	270	диф. залік
ОК 5	Кваліфікаційна (магістерська) робота	15,0	450	захист в ЕК
	Всього по п. 1.1 та 1.2:	*38,5*	*1155*	
1.2.1. Освітньо-професійна програма "Пристрої та матеріали сенсорної електроніки"				
ОК 6	Рідкі кристали в сенсорній електроніці	6,0	180	іспит
ОК 7	Технології виготовлення тонкоплівкових пристроїв	4,5	135	іспит
ОК 8	Актуальні питання сенсорної електроніки	6,0	180	іспит
ОК 9	Прилади і пристрої біомедичної діагностики	6,0	180	іспит
ОК 10	Виробнича практика	6,0	180	диф. залік
	Всього нормативних навчальних дисциплін	***67,0***	***2010***	
2. ВИБІРКОВІ НАВЧАЛЬНІ ДИСЦИПЛІНИ				
Цикл загальної підготовки				
ВБ 1	Дисципліни вільного вибору	3,0	90	залік
Цикл професійної та практичної підготовки за блоками вибіркових дисциплін				
Блок 1 "Наноелектроніка"				
ВБ 2.1.1	Біоелектроніка	6,0	180	залік
ВБ 2.1.2	Мікро- і наноспеціалізовані елементи та системи	6,0	180	залік
ВБ 2.1.3	Електронна мікроскопія	8,0	240	залік
	Всього	*20,0*	*600*	
Блок 2 "Сенсорна електроніка"				
ВБ 2.2.1	Наноматеріали у сенсориці	6,0	180	залік
ВБ 2.2.2	Наноінженерія та електронна спектроскопія поверхні	6,0	180	залік
ВБ 2.2.3	Біомедичні сенсори	8,0	240	залік
	Всього	*20,0*	*600*	
	Всього вибіркових навчальних дисциплін	***23,0***	***690***	
	Всього за час навчання	***90,0***	***2700***	

2.2. Структурно-логічна схема ОПП



3. Форма атестації здобувачів вищої освіти

Атестація випускників освітньо-професійної програми спеціальності 176 Мікро- та наносистемна техніка проводиться у формі публічного захисту кваліфікаційної роботи та завершується видачою документу встановленого зразка про присудження їм освітнього ступеня магістра із присвоєнням кваліфікації: ***магістр з мікро- та наносистемної техніки***.

Кваліфікаційна робота має передбачати розв'язання складної науково-прикладної задачі у сфері мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення, що потребує проведення досліджень та/або здійснення інновацій.

Кваліфікаційна робота магістра підлягає обов'язковій перевірці на академічний плагіат. Перевірка на академічний плагіат проводиться на основі Положення, розробленого Львівським національним університетом імені Івана Франка. Для перевірки на академічний плагіат текст кваліфікаційної роботи магістра подається здобувачем у електронному вигляді. Кваліфікаційна робота має бути оприлюднена до захисту на офіційному сайті Львівського національного університету імені Івана Франка або його структурного підрозділу, або у репозитарії університету.

Оприлюднення кваліфікаційних робіт, що містять інформацію з обмеженим доступом, здійснюється у відповідності до вимог чинного законодавства.

4. Матриця відповідності програмних компетентностей компонентам освітньої програми

	Загальні компетентності								Спеціальні (фахові) компетентності							
	ЗК1	ЗК2	ЗК3	ЗК4	ЗК5	ЗК6	ЗК7	ЗК8	СК1	СК2	СК3	СК4	СК5	СК6	СК7	СК8
ОК-1			+		+		+	+						+		
ОК-2	+	+		+	+				+	+	+	+	+			
ОК-3	+			+	+	+		+		+	+		+	+	+	
ОК-4	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
ОК-5	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+
ОК-6	+	+		+	+				+	+				+		+
ОК-7	+			+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОК-8	+	+	+	+	+				+	+			+	+		+
ОК-9	+				+	+	+	+		+	+	+	+		+	+
ОК-10	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5. Матриця забезпечення програмних результатів навчання (Р) відповідними компонентами освітньої програми

	Р1	Р2	Р3	Р4	Р5	Р6	Р7	Р8	Р9	Р10	Р11	Р12	Р13	Р14	Р15	Р16
ОК-1					+			+		+						
ОК-2	+	+			+	+	+				+	+				
ОК-3	+	+		+		+	+	+			+	+				
ОК-4	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+			+
ОК-5	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+			+
ОК-6				+				+			+					+
ОК-7	+		+	+		+	+	+			+		+			+
ОК-8				+	+	+					+					+
ОК-9	+	+	+			+	+	+								+
ОК-10	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+