

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 № ____ від «__» _____ 2024 р.)

Освітня програма вводиться в дію з 01.09.2024 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 2024 р.

ОНОВЛЕНО 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
Володимир Бігдай	старший інженер (Sr Staff Systems Engineer) у компанії Infineon, кандидат фізико-математичних наук
Катарина Богдан	здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, студент четвертого курсу

Рецензії-відгуки зовнішніх стейкхолдерів:

Ваків Микола Михайлович – доктор технічних наук, професор, генеральний директор Науково-виробничого підприємства «Карат»

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

Олександр Лазарєв – старший інженер (Senior Systems Engineer) у компанії SiTime

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

Гарант освітньої програми

(підпис)

Андрій ЛУЧЕЧКО

(ініціали, прізвище)

УХВАЛЕНО

на засіданні Вченої ради факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Протокол № ___ / ___ від « ___ » _____ 2024 року.

Голова Вченої ради, декан
факультету електроніки та
комп'ютерних технологій

(підпис)

Юрій ФУРГАЛА

(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 Мікро- та наносистемна техніка Пристрої та матеріали сенсорної електроніки
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	Сертифікат про акредитацію МОН України УД № 14003349 від 08.01.2019 р. Діє до 01.07.2024 р.
Цикл/рівень програми	НРК України – 7 рівень, FQ–EHEA – <i>second cycle</i> , EQF-LLL – <i>Level 7</i>
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	
Мета і завдання освітньої програми	Забезпечити підготовку магістрів в галузі знань 17 – “Електроніка, автоматизація та електронні комунікації” спеціальності 176 – “Мікро- та наносистемна техніка”; сформуванню та розвинути закладені компетентності, забезпечити досягнення програмних результатів навчання, набуття теоретичних і практичних знань та вмінь, навичок та інших компетенцій, 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	

<p>Предметна область (галузь знань, спеціальність)</p>	<p>Галузь знань: 17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації Спеціальність: 176 – Мікро- та наносистемна техніка</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Методи, методики та технології вимірювання та моделювання характеристик матеріалів, приладів, пристроїв і систем; планування експериментів і обробки їх результатів.</p> <p>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</p>
<p>Орієнтація освітньої програми</p>	<p>Освітньо-професійна програма підготовки магістра</p>
<p>Основний фокус освітньої програми та спеціалізації</p>	<p>Програма дає змогу випускникам здійснювати інженерно-технічну, виробничо-технологічну, організаційно-управлінську та інноваційну професійну діяльність.</p> <p>Ключові слова: сенсорна електроніка; мікро- та наносистемні компоненти, пристрої, технології;</p>
<p>Особливості освітньої програми</p>	<p>Інтеграція фахової підготовки в галузі автоматизації та приладобудування з інноваційною діяльністю. Здатність до системного мислення, поглиблене вивчення фізичних процесів і явищ, на яких ґрунтується функціонування мікро- та наносистем, технологічних процесів їх виготовлення і принципів функціонування. 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.</p> <p>Освітня програма передбачає залучення до викладання окремих навчальних дисциплін/занять фахівцями ІТ підприємств та установ НАН України, можливість проходження практики у провідних ІТ компаніях (SiTime, Infineon, GlobalLogic), наявність загальноуніверситетської програми академічної мобільності.</p>
<p>IV. Придатність випускників до працевлаштування та продовження освіти</p>	

<p>Придатність до працевлаштування</p>	<p>Назви професій згідно з Національним класифікатором України: Класифікатор професій (ДК 003:2010)</p> <p>2149 <u>Професіонали в інших галузях інженерної справи:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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.
<p>Подальше навчання</p>	<p>Магістр має право на продовження навчання на третьому освітньо-науковому рівні вищої освіти за цією спеціальністю або за близькими міждисциплінарними спеціальностями, зокрема прикладна фізика і наноматеріали, електроніка, та іншими, а також здобувати додаткові кваліфікації в системі післядипломної освіти.</p>
<p>V. Викладання та оцінювання</p>	
<p>Викладання та навчання</p>	<p>Викладання здійснюється з використанням основних засад: студентоцентрованого, практикоорієнтованого, проблемно-орієнтованого навчання; електронного навчання в системі Microsoft Teams, Moodle; самонавчання.</p> <p>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.</p>
<p>Оцінювання</p>	<p>Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти здійснюється за системою ECTS та національною шкалою оцінювання.</p> <p>Поточний контроль – усне і письмове опитування, оцінка роботи в малих групах, тестування, виконання і захист лабораторних робіт та індивідуальних завдань.</p> <p>Підсумковий контроль – екзамени та заліки з урахуванням накопичених балів поточного контролю.</p> <p>Атестація здобувачів вищої освіти зі спеціальності здійснюється у формі публічного захисту (демонстрації) кваліфікаційної роботи.</p>
<p>VI. Програмні компетентності</p>	
<p>Інтегральна компетентність</p>	<p>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.</p>

<p>Загальні компетентності</p>	<p>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).</p>
<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності</p>	<p>СК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірвальне, 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 нанoeлектронні системи різного призначення. СК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних 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.</p>
<p>VII. Програмні результати навчання</p>	
<p>Програмні результати навчання</p>	<p>Р1. 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. Р2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів. Р3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення. Р4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та</p>

	<p>наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.</p> <p>P5. 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.</p> <p>P6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування.</p> <p>P7. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>P8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.</p> <p>P9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>P10. Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та наноелектронних систем.</p> <p>P11. Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів.</p> <p>P12. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки.</p> <p>P13. 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.</p> <p>P14. Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>P15. Забезпечувати захист інтелектуальної власності, комерціалізацію результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.</p>
VIII. Ресурсне забезпечення реалізації програми	
Кадрове забезпечення	<p>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 кваліфікації згідно ліцензійних умов, працівники ІТ компаній.</p>
Матеріально-технічне забезпечення	<p>комп'ютерні класи, оснащені сучасними комп'ютерами; навчальні аудиторії, оснащені мультимедійною технікою та</p>

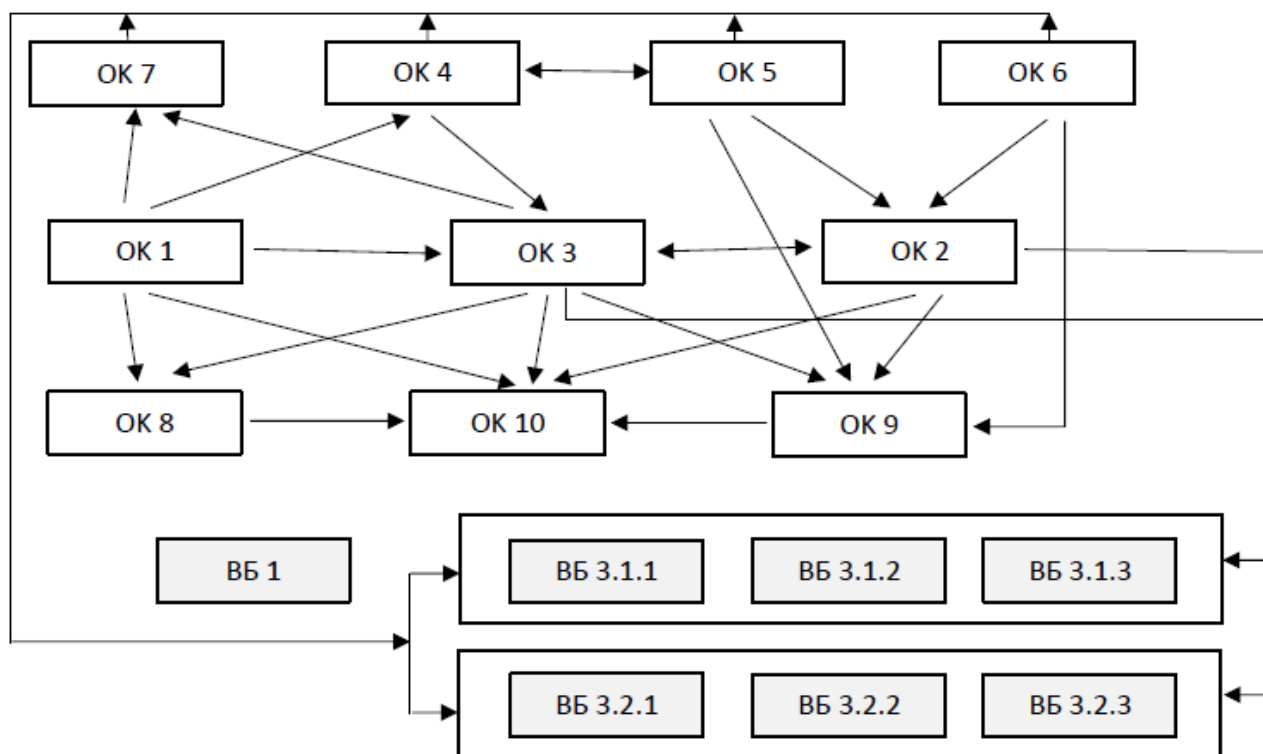
	Інтернетом; міжкафедральна обчислювальна лабораторія та лабораторія високопродуктивних обчислювальних систем; спеціалізовані навчально-наукові лабораторії з відповідним обладнанням та вимірювальними приладами;
Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	Бібліотека Львівського національного університету 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» наявність доступу до періодичних наукових видань, доступ до наукометричних баз Scopus, Web of Science.
ІХ. Академічна мобільність	
Національна кредитна мобільність	Навчання на основі двосторонніх договорів між Львівським національним університетом імені Івана Франка та закладами вищої освіти України, зокрема Київським національним університетом імені Тараса Шевченка, ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника” тощо.
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+, а також Варшавським університетом (Польща), Вюрцбурзьким університетом (Німеччина) тощо.
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				
<i>1.1. Цикл загальної підготовки</i>				
ОК 1	Іноземна мова (за професійним спрямуванням)	3,0	90	залік
<i>1.2. Цикл професійної та практичної підготовки</i>				
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
<i>Всього</i>		<i>16,0</i>	<i>480</i>	
<i>1.2.1. Освітньо-професійна програма "Пристрої та матеріали сенсорної електроніки"</i>				
ОК 6	Рідкі кристали в сенсорній електроніці	6,0	180	іспит
ОК 7	Тонкоплівкові мікроелектронні пристрої	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
<i>Всього нормативних навчальних дисциплін</i>		<i>67,0</i>	<i>2010</i>	
2. ВИБІРКОВІ НАВЧАЛЬНІ ДИСЦИПЛІНИ				
<i>2.1. Дисципліни вільного вибору студента</i>				
<i>2.1.1 Цикл загальної підготовки</i>				
ВБ 1	Дисципліни вільного вибору	3,0	90	залік
<i>Всього</i>		<i>3,0</i>	<i>90</i>	
<i>2.1.3. Цикл професійної та практичної підготовки за блоками вибіркових дисциплін</i>				
<i>Блок 1 "Наноелектроніка"</i>				
ВБ 2.1.3.1.01	Біоелектроніка	6,0	180	залік
ВБ 2.1.3.1.02	Мікро- і наноспеціалізовані елементи та системи	6,0	180	залік
ВБ 2.1.3.1.03	Електронна мікроскопія	8,0	240	залік
<i>Всього</i>		<i>20,0</i>	<i>600</i>	
<i>Блок 2 "Сенсорна електроніка"</i>				
ВБ 2.1.3.2.01	Наноматеріали у сенсоріці	6,0	180	залік
ВБ 2.1.3.2.02	Наноінженерія та електронна спектроскопія поверхні	6,0	180	залік
ВБ 2.1.3.2.03	Біомедичні сенсори	8,0	240	залік
<i>Всього</i>		<i>20,0</i>	<i>600</i>	
<i>Всього вибіркових навчальних дисциплін</i>		<i>23,0</i>	<i>690</i>	
<i>Всього за час навчання</i>		<i>90,0</i>	<i>2700</i>	

2.2. Структурно-логічна схема ОПШ



3. Форма атестації здобувачів вищої освіти

Форми 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.
Вимоги до кваліфікаційної роботи	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Кваліфікаційна робота має бути оприлюднена до захисту на офіційному сайті Львівського національного університету імені Івана Франка або його структурного підрозділу, або у репозитарії університету.</p> <p>Оприлюднення кваліфікаційних робіт, що містять інформацію з обмеженим доступом, здійснюється у відповідності до вимог чинного законодавства.</p>

5. Матриця забезпечення програмних результатів навчання відповідними компонентами освітньої програми

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
OK 1					+			+		+					
OK 2	+						+				+	+		+	
OK 3	+	+		+		+		+		+					+
OK 4		+				+							+		
OK 5			+									+		+	
OK 6		+		+					+		+				
OK 7	+	+											+		+
OK 8	+				+		+				+			+	
OK 9	+				+			+	+					+	+
OK 10	+	+			+	+				+					+