

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

**Ректор
Національного університету
«Львівська політехніка»**

**/Бобало Ю.Я./
03 2017 р.**

ОСВІТНЬО – НАУКОВА ПРОГРАМА

**другого (магістерського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 153 Мікро- та наносистемна техніка
галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування**

Кваліфікація: Магістр з мікро- та наносистемної техніки
Професійна кваліфікація: Магістр-дослідник
з мікро- та наносистемної техніки

**Розглянуто та затверджено
на засіданні Вченої ради
Університету
від «28» 03 2017 р.
протокол № 32**

Львів 2017 р.

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ освітньо-наукової програми

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	15 Автоматизація та приладобудування
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	153 Мікро- та наносистемна техніка
Кваліфікація	Магістр з мікро- та наносистемної техніки
Професійна кваліфікація	Магістр-дослідник з мікро- та наносистемної техніки

РОЗРОБЛЕНО І СХВАЛЕНО

Науково-методичною комісією
спеціальності 153 Мікро- та
наносистемна техніка
Протокол № 4
від « 2 » 02 2017 р.

Голова НМК спеціальності
ГЛ І.П. Островський

РЕКОМЕНДОВАНО

Науково-методичною радою
університету
Протокол № 26
від « 23 » 02 2017 р.

Голова НМР університету
AG А.Г. Загородній

ПОГОДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи Національного університету
«Львівська політехніка»

DR О.Р. Давидчак

« 23 » 02 2017 р.

Начальник Навчально-методичного
відділу університету

SV В.М. Свірідов

« 22 » 02 2017 р.

Директор ІТРЕ

PH І.Н. Прудиус

« 14 » 02 2017 р.

ПЕРЕДМОВА

Розроблено робочою групою науково-методичної комісії спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» у складі:

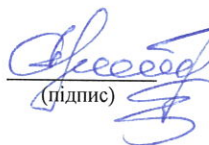
Убізський С.Б. – д.ф.-м.н., професор кафедри НПЕ
Фітьо В.М. – д.т.н., професор кафедри ФОТ
Ховерко Ю.М. – д.т.н., доцент кафедри НПЕ

Гарант освітньо-наукової програми - д.ф.-м.н., професор Убізський С.Б.

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

Протокол № 7 від «14» 02 2017 р.

Голова Вченої ради ІТРЕ


(підпис)

І.Н. Прудіус
(прізвище, ініціали)

Затверджено та надано чинності

Наказом ректора Національного університету «Львівська політехніка»

від «12» 04 2017 р. № 68-10

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

1. Профіль програми магістра зі спеціальності 153 Мікро- та наносистемна техніка

1 – Загальна інформація	
1	2
Повна назва закладу вищої освіти та структурного підрозділу	Національний університет «Львівська політехніка»
Повна назва кваліфікації мовою оригіналу	Академічна кваліфікація: Магістр з мікро- та наносистемної техніки Професійна кваліфікація: Магістр-дослідник з мікро- та наносистемної техніки
Офіційна назва освітньої програми	Мікро- та наносистемна техніка
Тип диплому та обсяг освітньої програми	Диплом магістра, одиничний, 120 кредитів ЄКТС, термін навчання 2 роки
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»
2 – Мета освітньої програми	
	Надати теоретичні знання та практичні уміння і навички, достатні для успішного виконання професійних обов'язків та наукових досліджень і розробок за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» та підготувати для подальшого навчання випускників за освітньо-науковими програмами третього рівня вищої освіти або працевлаштування за обраною спеціальністю
3 - Характеристика освітньої програми	
Предметна область (галузь знань, спеціальність)	15 Автоматизація та приладобудування 153 Мікро- та наносистемна техніка
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-наукова програма базується на загальновідомих положеннях та результатах сучасних наукових досліджень з мікро- та наносистемної техніки, наноелектроніки та фотоніки, орієнтує на актуальні спеціалізації, в рамках яких можлива подальша професійна та наукова кар'єра: на наукових, інженерних та управлінських посадах у промислових, науково-дослідних та освітніх організаціях і виконувати функції пов'язані з розробленням, проектуванням, дослідженням, виробництвом та випробуванням мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та її компонентів, викладанням дисциплін за спеціальністю у навчальних закладах, а також продовжити навчання за освітньо-науковими програмами

1	2
	третього рівня вищої освіти.
Основний фокус освітньої програми та спеціалізації	Спеціальна освіта та професійна підготовка для дослідницької та розробницької діяльності в області мікро- та наносистемної техніки, зміст якої складає концептуальні засади, методологію, методи та засоби наукового дослідження, аналізу та прикладних розробок в області мікро- та наносистемної техніки. Ключові слова: дослідження, розробка, мікро- та наносистемна техніка, мікро- і наноелектроніка, оптотехніка, фотоніка, плазмоніка, спінтроніка, сенсорика, нанотехнології.
4 – Здатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання	
Придатність до працевлаштування	Працевлаштування на посадах професіоналів дослідників та розробників, наукових співробітників та управлінців у державному та приватному секторах у сфері розроблення та дослідження матеріалів, компонентів, пристроїв та систем мікро- та наносистемної техніки, їх проектування, виробництва, обслуговування.
Подальше навчання	Освітньо-наукові програми третього рівня вищої освіти в галузі «Автоматизація та приладобудування» та суміжних галузях.
5 – Викладання та оцінювання	
Викладання та навчання	Лекції, лабораторні роботи, семінарські та практичні заняття із залученням віртуального начального середовища, самостійна робота на основі підручників, навчальних посібників та конспектів лекцій, усні виступи, підготовка презентацій та письмових робіт, консультації із викладачами, підготовка і захист магістерської кваліфікаційної роботи.
Оцінювання	Поточний контроль, екзамени, заліки, лабораторні звіти, графічно-розрахункові роботи, письмові роботи за індивідуальними завданнями, захист магістерської кваліфікаційної роботи.
6 – Програмні компетентності	
Інтегральна компетентність (ІНТ)	Здатність розв'язувати складні дослідницькі та розробницькі задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі мікро- та наносистемної техніки або у процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов і вимог, наявністю інноваційної складової і передбачають застосування загальних та спеціальних природничих та технічних знань, теорій і методів.
Загальні компетентності (ЗК)	1. Здатність удосконалювати й розвивати свій інтелектуальний і культурний рівень, будувати траєкторію професійного розвитку й кар'єри; 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними новими знаннями як в колективі, так і самостійно; 3. Здатність формулювати чи виявляти сутність наукової чи практичної проблеми у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи її розв'язання; 4. Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність); 5. Здатність приймати управлінські рішення, оцінювати їх можливі наслідки й брати відповідальність за результати діяльності своєї та

1	2
	команди; 6. Здатність керувати проектами, організовувати командну роботу, проявляти ініціативу з удосконалення діяльності; 7. Здатність досліджувати проблему з використанням системного аналізу, синтезу та інших методів; 8. Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, при необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності; 9. Здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність у міжнародному середовищі; 10. Здатність до пошуку, оброблення та критичного аналізу інформації з різних джерел; 11. Володіння навичками планування, організації та проведення наукового експерименту; 12. Володіння навиками та сучасними засобами письмової та усної професійних та соціальних комунікацій; 13. Здатність та уміння адаптуватися та працювати у нових ситуаціях.
Фахові компетентності спеціальності (ФК)	1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання, яке використовується при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- і нанoeлектроніки, фотоніки, сенсорики; 2. Здатність використовувати методи тестування та діагностики приладів та обладнання; 3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення; 4. Здатність орієнтуватися у практичних аспектах розробки, моделювання, експлуатації сучасних мікро- та наносистемних компонентів, пристроїв та систем; 5. Здатність обґрунтовано вибирати і використовувати існуючі методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах; 6. Здатність проводити тестування спеціалізованого програмного забезпечення; 7. Здатність розробляти та проектувати сенсори фізичних величин для створення мікро- та нанoeлектронних систем і технологій; 8. Здатність розробляти методи та засоби вимірювань і калібрування, а також алгоритми оброблення їхніх результатів для практичних задач дослідження, тестування, випробування мікро- і наносистемної техніки; 9. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, що впливають на формування технічних рішень, прогнозувати їхні наслідки; 10. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення; 11. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошукі дослідження та оформляти патентні заявки.

1	2
7 – Програмні результати навчання	
Знання (ЗН)	1. Знання і розуміння основних фізичних процесів і явищ в напівпровідниках, діелектриках, магнітних, надпровідних та інших матеріалах, які визначають їх функціональні можливості і принципи дії пристроїв мікро- і наносистемної техніки, електроніки та суміжних технічних галузей; 2. Знання і розуміння властивостей основних матеріалів та приладних структур мікро- і нанoeлектронної техніки, оптоелектроніки тощо, способами їх виготовлення та управління їхніми властивостями; 3. Знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області мікро- та наносистемної техніки, основ автоматизації систем різного призначення, апаратних засобів інформаційних систем і технологій, системотехніки, ефективного енерговикористання; 4. Знання новітніх технологій створення компонентів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки; 5. Знання та навички щодо планування, організації та проведення експериментів, збору даних, їх оброблення, аналізу, представлення результатів та побудови висновків; 6. Знання та розуміння методологій проведення робіт науково-дослідних, дослідно-конструкторських та дослідно-технологічних робіт, а також уявлення про складання нормативних документів (специфікацій, інструкцій, методик, регламентів, конструкторської та технологічної документації, технічних умов і галузевих та державних стандартів); 7. Знання сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій і засобів для їх застосування в галузі; 8. Знання основ охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час роботи з устаткуванням та обладнанням; 9. Розуміння впливу технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті; 10. Знання основ економічних засад та нормативної бази з проведення науково-дослідної та інноваційної діяльності.
Уміння (УМ)	1. Застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач спеціальності, використовуючи відомі методи; 2. Застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу в приладах та пристроях мікро- та наносистемної техніки, електроніки, фотоніки, сенсоріки; 3. Системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, запропонувати способи вирішення поставлених задач, коли методи їх вирішення не відомі; 4. Застосовувати знання технічних характеристик, конструкційних особливостей, правил експлуатації устаткування та обладнання для вирішення технічних задач мікро- та нано системної техніки; 5. Розраховувати, конструювати, проектувати, досліджувати, експлуатувати, ремонтувати, налагоджувати прилади та пристрої мікро- та нано системної техніки; 6. Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання

1	2
	задач спеціальності; 7. Поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань мікро- та наносистемної техніки з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів; 8. Виконувати відповідні теоретичні та експериментальні дослідження, застосовувати дослідницькі навички у професійній діяльності; 9. Ідентифікувати, класифікувати, описувати та прогнозувати роботу систем і їхніх складових шляхом використання аналітичних, методів, моделювання, емпіричного дослідження; 10. Досліджувати проблему та визначати обмеження щодо її вирішення, у тому числі зумовлені потребами сталого розвитку, впливу на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності; 11. Проектувати системи та їх елементи з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі, включаючи створення, налагодження, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію. 12. Оцінювати отримані результати, обґрунтовувати свої висновки та аргументовано захищати прийняті рішення; 13. Складати професійні та наукові тексти – анотації, тези, звіти, аналітичні огляди, доповіді, статті, проектні пропозиції.
Комунікація (КОМ)	1. Уміння спілкуватись на різних рівнях комунікацій, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, французькою, іспанською), зокрема уявити поставлені завдання, сформулювати оцінку можливості його виконання, задати запитання та висловити зауваження, доповісти про результати роботи, зробити публічний виступ/презентацію тощо; 2. Здатність використання різноманітні методи та засоби комунікацій, зокрема передових інформаційних технологій у професійному та соціальному спілкуванні.
Автономія і відповідальність (АіВ)	1. Здатність адаптуватись до нових ситуацій та приймати рішення в умовах невизначеності; 2. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань; 3. Відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики; 4. Демонструвати розуміння основних засад охорони праці та безпеки життєдіяльності та їх застосування.
8 – Ресурсне забезпечення реалізації програми	
Специфічні характеристики кадрового забезпечення	Понад 70% науково-педагогічних працівників, задіяних до викладання професійно-орієнтованих дисциплін, мають наукові ступені та вчені звання за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка»
Специфічні характеристики матеріально-технічного забезпечення	Використання сучасного обладнання провідних фірм, зокрема Tektronix, Keithley, Stanford Research Systems, Rohde & Schwarz, Ametek, Intel, Hewlett-Packard, Siemens тощо.
Специфічні	Використання віртуального навчального середовища Національного

1	2
характеристики інформаційно-методичного забезпечення	університету «Львівська політехніка» та авторських розробок науково-педагогічних працівників.
9 – Академічна мобільність	
Національна кредитна мобільність	На основі двосторонніх договорів між Національним університетом «Львівська політехніка» та технічними університетами України.
Міжнародна кредитна мобільність	На основі двосторонніх договорів між Національним університетом «Львівська політехніка» та навчальними закладами країн-партнерів
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Можливе, після вивчення курсу української мови

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

№ п/п	Цикл підготовки	Обсяг навчального навантаження здобувача вищої освіти (кредитів / %)		
		Обов'язкові компоненти освітньо-наукової програми	Вибіркові компоненти освітньо-наукової програми	Всього за весь термін навчання
1	2	3	4	5
1.	Цикл загальної підготовки	3/2,5	3/2,5	6/5,0
2.	Цикл професійної підготовки	14/11,7	40/33,4	54/45,0
3.	Спецкурс наукових досліджень спеціальності	9/7,5	–	9/7,5
4.	Дослідницька підготовка	51/42,5	–	51/42,5
Всього за весь термін навчання		77/64,2	43/35,8	120/100

3. Перелік компонент освітньо-наукової програми

Код н/д	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові проекти (роботи), практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів	Форма підсумк. Контролю
1	2	3	4
Обов'язкові компоненти освітньо-наукової програми			
<i>1. Цикл загальної підготовки</i>			
СК1.1	Економіка і управління підприємством	3	екзамен
Всього за цикл:		3	

1	2	3	4
2. Цикл професійної підготовки			
СК2.1	Нанопотоніка	5	залік
СК2.2	Професійна та цивільна безпека	3	залік
СК2.3	Сучасні методи досліджень реальної структури матеріалів мікро-наносистемної техніки	6	екзамен
Всього за цикл:		14	
3. Спецкурс наукових досліджень спеціальності			
СК2.4	Спецкурс з наукових досліджень спеціальності	9	екзамен
Всього за цикл:		9	
4. Дослідницька підготовка (наукова компонента)			
СК2.5	Наукові дослідження та семінар за їх тематикою	9	залік
СК2.6	Практика за темою магістерської кваліфікаційної роботи	12	Залік
СК2.7	Практикум з підготовки наукових текстів	4,5	Залік
СК2.8	Навчально-дослідницька практика	6	Залік
СК2.9	Виконання та захист магістерської кваліфікаційної роботи	19,5	
Всього за цикл:		51	
Всього за групу компонентів:		77	
Вибіркові компоненти освітньо-наукової програми			
1. Цикл загальної підготовки			
СК3.1	Всього:	3	залік
Всього:		3	
Вибіркові блоки компонентів			
2. Цикл професійної підготовки			
Вибіркові компоненти блоку 01 «Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої»:			
ВБ1.1	Управління структурою і властивостями напівпровідникових матеріалів і приладів, частина 1	5	Залік
ВБ1.2	Управління структурою і властивостями напівпровідникових матеріалів і приладів, частина 2	11	Залік
ВБ1.2	Давачі на основі напівпровідникових мікро та нанокристалів	6	Екзамен
ВБ1.3	Наноструктури	3	Екзамен
ВБ1.4	Прилади на основі МОН структур в мікро- і наноелектроніці	5	Екзамен
ВБ1.5	МЕМС та НЕМС у пристроях мікро-та наносистемної техніки	5	Залік
Всього:		35	
Вибіркові компоненти блоку 02 «Фізична та біомедична електроніка»:			
ВБ2.1	Мікропроцесорні системи в техніці та медицині	5	залік
ВБ2.2	Електронна апаратура для медичної діагностики	7	екзамен
ВБ2.3	Фізичні методи діагностики в медицині	3	залік
ВБ2.4	Електроніка біохімічних процесів	5	залік
ВБ2.5	Матеріали функціональної електроніки	7	залік
ВБ2.6	Сенсори та фотоелектричні перетворювачі в медицині	8	екзамен
Всього:		35	
Вибіркові компоненти блоку 03: «Лазерна і оптоелектронна техніка»:			
ВБ3.1	Фотонні інформаційні та енергетичні системи (част. 1)	5	залік
ВБ3.2	Мікро- та наносистемотехніка	8	залік
ВБ3.3	Прикладне моделювання в мікро-наносистемній	7	екзамен

1	2	3	4
	техніці		
ВБ3.4	Спеціалізовані лазерні та оптоелектронні системи	7	екзамен
ВБ3.5	Фотонні інформаційні та енергетичні системи (частина 2)	5	залік
ВБ3.6	Фотонні інформаційні та енергетичні системи КР	3	залік
Всього:		35	
Вибіркові компоненти блоку 04: «Фотоніка та оптоінформатика»:			
ВБ4.1	Фотоніка наноструктурованих матеріалів і наноплазмоніка	5	екзамен
ВБ4.2	Мікро- та наносистемотехніка	8	залік
ВБ4.3	Математичні методи в фотоніці та оптоінформатиці	7	залік
ВБ4.4	Лазерні та фотонні технології	7	екзамен
ВБ4.5	Фотонні інформаційні системи	5	залік
ВБ4.6	Актуальні проблеми фотоніки та оптоінформатики	3	залік
Всього:		35	
Вибіркові компоненти інших освітньо-професійних програми			
Всього:		5	
Всього за вибіркові компоненти освітньо-професійної програми		43	
Всього за освітньо-професійну програму		120	

4. Форма атестації здобувачів вищої освіти

Атестація здобувачів вищої освіти – це встановлення відповідності рівня та обсягу знань, умінь та компетентностей здобувача вищої освіти, які навчаються за освітньою програмою, що відповідає вимогам стандартів вищої освіти.

Атестація випускників спеціальності 153 Мікро- та наносистемна техніка, проводиться у формі захисту магістерської кваліфікаційної роботи та завершується видачею документів встановленого зразка про присудження йому ступеня магістра з присвоєнням кваліфікації: магістр з мікро- та наносистемної техніки. Атестація здійснюється відкрито і публічно.

5. Матриця відповідності програмних компетентностей

навчальним компонентам

	СК1.1.	СК2.1.	СК2.2.	СК2.3.	СК2.4.	СК2.5.	СК2.6.	СК2.7.	СК2.8.	СК2.9.	СК3.1.	ВБ1.1.	ВБ1.2.	ВБ1.3.	ВБ1.4.	ВБ1.5.	ВБ2.1.	ВБ2.2.	ВБ2.3.	ВБ2.4.	ВБ2.5.	ВБ2.6.	ВБ3.1.	ВБ3.2.	ВБ3.3.	ВБ3.4.	ВБ3.5.	ВБ3.6.	ВБ4.1.	ВБ4.2.	ВБ4.3.	ВБ4.4.	ВБ4.5.	ВБ4.6.	
ФК11																																			
ФК10	•		•																																
ФК9																																			
ФК8																																			
ФК7																																			
ФК6																																			
ФК5																																			
ФК4		•																																	
ФК3																																			
ФК2																																			
ФК1	•																																		
ЗК13																																			
ЗК12																																			
ЗК11																																			
ЗК10																																			
ЗК9																																			
ЗК8																																			
ЗК7																																			
ЗК6	•																																		
ЗК5																																			
ЗК4		•																																	
ЗК3																																			
ЗК2																																			
ЗК1	•																																		
ИИТ																																			

6. Матриця забезпечення програмних результатів навчання
відповідним компонентам освітньої програми

	СК1.1.	СК2.1.	СК2.2.	СК2.3.	СК2.4.	СК2.5.	СК2.6.	СК2.7.	СК2.8.	СК2.9.	СК3.1.	ВБ1.1.	ВБ1.2.	ВБ1.3.	ВБ1.4.	ВБ1.5.	ВБ2.1.	ВБ2.2.	ВБ2.3.	ВБ2.4.	ВБ2.5.	ВБ2.6.	ВБ3.1.	ВБ3.2.	ВБ3.3.	ВБ3.4.	ВБ3.5.	ВБ3.6.	ВБ4.1.	ВБ4.2.	ВБ4.3.	ВБ4.4.	ВБ4.5.	ВБ4.6.
ЗН1																																		
ЗН2																																		
ЗН3																																		
ЗН4																																		
ЗН5																																		
ЗН6																																		
ЗН7																																		
ЗН8																																		
ЗН9																																		
ЗН10																																		
УМ1																																		
УМ2																																		
УМ3																																		
УМ4																																		
УМ5																																		
УМ6																																		
УМ7																																		
УМ8																																		
УМ9																																		
УМ10																																		
УМ11																																		
УМ12																																		
УМ13																																		
КОМ1																																		
КОМ2																																		
АіВ1																																		
АіВ2																																		
АіВ3																																		
АіВ4																																		