

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Ректор
Національного університету
«Львівська політехніка»

Ю. Я. Бобало

» 03 2023 р.

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
«ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»

РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	<u>Другий (магістерський) рівень</u>
СТУПІНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ	<u>Магістр</u>
ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	<u>11 Математика та статистика</u>
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	<u>113 Прикладна математика</u>

Розглянуто та затверджено
на засіданні Вченої ради
Національного університету
«Львівська політехніка»

від « 28 » 02 2023 р.

Протокол № 91

Львів 2023 р.

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ
освітньо-професійної програми

Рівень вищої освіти	<u>Другий (магістерський) рівень</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Магістр</u>
Галузь знань	<u>11 Математика та статистика</u>
Спеціальність	<u>113 Прикладна математика</u>

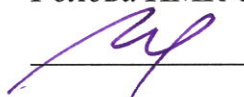
«РОЗРОБЛЕНО І СХВАЛЕНО»

Науково-методичною комісією спеціальності 113 Прикладна математика

Протокол № 3

« 28 » грудня 2022 р.


Голова НМК спеціальності

 П. П. Костробій

«ПОГОДЖЕНО»


Проректор

Національного університету
«Львівська політехніка»

 О. Р. Давидчак
« 21 » 02 2023 р.

Начальник

навчально-методичного відділу
Національного університету
«Львівська політехніка»


 В. В. Том'юк
« 21 » 02 2023 р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Науково-методичною радою
Національного університету
«Львівська політехніка»


Протокол № 67
від « 22 » 02 2023 р.

Голова НМР університету

 А. Г. Загородній

Директор

Інституту прикладної математики
та фундаментальних наук
Національного університету
«Львівська політехніка»

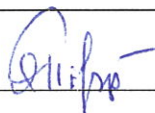
 П. Я. Пукач
« 2 » 02 2023 р.

ПЕРЕДМОВА

Освітньо-професійна програма розроблена робочою групою науково-методичної комісії спеціальності 113 «Прикладна математика» національного університету «Львівська політехніка» у складі:


Пізюр Ярополк Володимирович	– гарант освітньо-професійної програми, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри ПМ
Маркович Богдан Михайлович	– д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри ПМ
Костробій Петро Петрович	– д.ф.-м.н., професор, професор кафедри ПМ
Кушнір Роман Михайлович	– д.ф.-м.н., професор, академік НАН України
Бунь Ростислав Адамович	– д.ф.-м.н., професор, професор кафедри ПМ
Мединський Ігор Павлович	– д.ф.-м.н., професор, професор кафедри ПМ
Токарчук Михайло Васильович	– д.ф.-м.н., професор, професор кафедри ПМ

Гарант освітньої програми

 Я. В. Пізюр


Проект освітньо-професійної програми обговорено та схвалено на засіданні Вченої ради інституту прикладної математики та фундаментальних наук
Протокол № 57 від « 2 » лютого 2023 р.

Голова Вченої ради ІМФН

 П. Я. Пукач

Проект освітньо-професійної програми обговорено та схвалено на засіданні НМР навчально-наукового інституту прикладної математики та фундаментальних наук
Протокол № 6 від « 2 » лютого 2023 р.

Голова НМР ІМФН

 І. П. Мединський

ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ

наказом Ректора Національного університету «Львівська політехніка»
від « 24 » 03 2023 р. № 121-1-10

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 113 «Прикладна математика»

Загальна інформація	
Повна назва закладу вищої освіти та структурного підрозділу	Національний університет «Львівська політехніка» кафедра прикладної математики Інститут прикладної математики та фундаментальних наук
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Ступінь вищої освіти	Магістр
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Офіційна назва освітньої програми	Прикладна математика Applied Mathematics
Обмеження щодо форм навчання	Денна
Освітня кваліфікація	Магістр з прикладної математики
Кваліфікація в дипломі	Ступінь вищої освіти – Магістр Спеціальність – 113 Прикладна математика Освітня програма – «Прикладна математика»
Опис предметної області	<p>Об'єкти вивчення та діяльності: математичні моделі, методи, алгоритми та програмне забезпечення, що призначені для дослідження, аналізу, проектування процесів і систем в різноманітних конкретних предметних областях.</p> <p>Цілі навчання: підготовка фахівців, здатних:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулювати, розв'язувати й узагальнювати практичні задачі з використанням фундаментальних та спеціальних прикладних методів математичних і комп'ютерних наук; - розв'язувати задачі математичного моделювання процесів і явищ в умовах невизначеності та неповноти інформації щодо функціонування системи об'єктів; - будувати, досліджувати та застосовувати математичні моделі, що ґрунтуються на даних та на знаннях, створювати та експлуатувати програмне забезпечення. <p>Теоретичний зміст предметної області: Математичні методи, що застосовуються в науці, інженерії, бізнесі, інформаційних системах та промисловості, а також алгоритми і програмні засоби їх реалізації.</p> <p>Методи, методики та технології:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прикладні математичні методи та алгоритми; - методики вирішення інженерних, наукових, соціально-економічних задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів; - методики вирішення задач інформаційних систем за допомогою спеціалізованих програмних засобів; - інформаційні технології проведення комп'ютерного моделювання та обчислювального експерименту, інтелектуального аналізу даних.

	Інструменти та обладнання: - комп'ютер, комп'ютерні та соціальні мережі, спеціалізовані програмні засоби.
Академічні права випускників	Можливість навчатися за програмою доктора філософії зі спеціальностей 113 «Прикладна математика», 124 «Системний аналіз». Викладання дисциплін зі спеціальностей 113 «Прикладна математика», 124 «Системний аналіз».
Обсяг кредитів ЄКТС, необхідних для здобуття другого (магістерського) ступеня вищої освіти	Обсяг кредитів ЄКТС, необхідних для здобуття другого (магістерського) ступеня вищої освіти становить 90 кредитів. Термін навчання 1,5 роки.
Здатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання	
Придатність до працевлаштування	Робочі місця у державному та приватному секторах у різних сферах діяльності, зокрема: пов'язаних з дослідженням математичних моделей природних та штучних систем, зокрема в закладах НАН України та в закладах вищої освіти.
Подальше навчання	Програма доктора філософії спеціальностей 113 «Прикладна математика», 124 «Системний аналіз».
Викладання та оцінювання	
Викладання та навчання	Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота на основі підручників, навчальних посібників та конспектів лекцій, консультації із викладачами, підготовка магістерської кваліфікаційної роботи.
Оцінювання	Письмові та усні екзамени, лабораторні звіти, усні презентації, поточний контроль, захист магістерської кваліфікаційної роботи.
Перелік компетентностей випускника	
Інтегральна компетентність	Уміння будувати та досліджувати складні математичні моделі (в тому числі і спеціалізовані) під час професійної діяльності, вміння розробляти та використовувати сучасні обчислювальні методи для дослідження таких моделей, а також створення та використання сучасних програмних продуктів, які використовують для збору та обробки інформації, в тому числі при наявності невизначеностей.
Загальні компетентності (ЗК)	<ol style="list-style-type: none"> 1. професійні знання методів математичного моделювання і в області інформаційних технологій необхідні для майбутньої професійної діяльності чи подальшого навчання; 2. уміння ставити та розв'язувати задачі в області математичного моделювання та інформаційних технологій; 3. здатність до застосування знань на практиці; 4. володіння дослідницькими навичками та потенціалом до подальшого навчання; 5. мати навички розроблення та управління проектами; 6. уміння до письмової та усної комунікації українською та іншими мовами; 7. уміння працювати як індивідуально, так і в команді; 8. креативність, здатність до системного мислення.

<p>Спеціальні (фахові) компетентності (ФК)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. професійні знання наукових понять, теорій та методів, необхідних для розуміння принципів побудови, аналітичного та числового (обчислювальний експеримент) дослідження математичних моделей; 2. професійні знання наукових понять, теорій та методів, необхідних для використання принципів збору, обробки та збереження інформації, розробки та програмної реалізації побудованих алгоритмів; 3. уміння застосовувати та інтегрувати знання і розуміння дисциплін інших спеціальностей; 4. уміння використовувати та впроваджувати нові технології, брати участь в модернізації систем та комплексів з метою підвищення їх ефективності; 5. здатність використовувати набуті знання та вміння для побудови, дослідження, вибору впровадження та проектування математичних моделей та програмно-інформаційних комплексів для їх дослідження; 6. здатність застосовувати професійно-профільовані знання та практичні навички для побудови розв'язання задач математичного моделювання явищ чи систем, а також експлуатації програмно-інформаційних комплексів; 7. вміння ідентифікувати, класифікувати та досліджувати модельовані системи та їх складових шляхом використання як аналітичних, так і числових методів; 8. уміння аргументувати вибір методів дослідження математичних моделей, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.
<p>Фахові компетентності професійного спрямування (ФКС)</p>	<p>Блок 1. Математичне моделювання складних систем</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. здатність використовувати набуті знання та вміння для побудови та дослідження математичних моделей складних екологічних процесів, розробки інформаційних технологій та програмних комплексів для практичної реалізації таких моделей; 1.2. уміння оперувати з растровими та векторними цифровими картами для просторового моделювання екологічних процесів та формування баз геопросторових даних; 1.3. здатність застосовувати методи сучасної статистичної термодинаміки для нелінійних потенціальних та дисипативних систем; 1.4. здатність будувати стохастичні моделі систем та застосовувати їх у різних галузях знань; 1.5. здатність розробляти комп'ютерні програми для моделювання фізичних систем; 1.6. здатність застосовувати прикладні математичні пакети для моделювання та аналізу наносистем.

	<p>Блок 2. Обчислювальна механіка</p> <p>2.1. знання основних положень термодинамічного моделювання в механіці деформівного твердого тіла;</p> <p>2.2. уміння будувати математичні моделі визначення теплового і напружено-деформівного станів неоднорідних тіл;</p> <p>2.3. володіння аналітично-чисельними і чисельними методиками розв'язування крайових задач теплопровідності і термопружності для однорідних і неоднорідних тіл за комплексної дії теплового і силового навантажень;</p> <p>2.4. знання способів комп'ютерного моделювання процесів теплопереносу і пружно-пластичного деформування тіл та їх дослідження;</p> <p>2.5. знання основних принципів математичного моделювання термомеханічних процесів засобами теорії обернених задач, методів дослідження і розв'язування обернених задач термомеханіки;</p> <p>2.6. уміння будувати розв'язок оберненої задачі термопружності та досліджувати його на стійкість до малих похибок вхідних даних.</p>
<p>Нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти, сформульований у термінах результатів навчання</p>	
<p>Знання</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. знання та розуміння наукових та математичних принципів, що лежать в основі математичного моделювання; 2. професійні знання в області загальної теорії систем, основ аналітичних, стохастичних та числових підходів до дослідження моделей систем, інформаційних технологій збору та зберігання інформації, алгоритмів та їх програмної реалізації при дослідженнях за допомогою обчислювального експерименту; 3. здатність продемонструвати поглиблені професійні знання в одній з областей математичного моделювання; 4. професійні знання та навички щодо збору даних, їх обробки та моделювання (в тому числі з використанням обчислювального експерименту) процесів та явищ; 5. знання сучасного стану справ та новітніх технологій в області математичного моделювання; 6. здатність оцінювання впливу отриманих та рекомендованих рішень в суспільно-економічному, соціальному та екологічному контексті.
<p>Уміння (УМ)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення задач спеціальності, використовуючи відомі та створені нові методи; 2. застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу в модельованих системах; 3. системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей; 4. застосовувати знання технічних характеристик, конструкційних особливостей, призначення і правил експлуатації систем обладнання для вирішення задач моделювання;

	<ol style="list-style-type: none"> 5. проектувати, досліджувати, експлуатувати та налагоджувати програмне забезпечення та мережеве обладнання типові для задач математичного моделювання; 6. здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач спеціальності; 7. ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди; 8. ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу систем і їх складових; 9. поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів; 10. виконувати відповідні дослідження та застосовувати дослідницькі навички за професійною тематикою; 11. оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.
Комунікація (КОМ)	<ol style="list-style-type: none"> 1. уміння спілкуватись, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, французькою); 2. здатність використання різноманітних методів, зокрема інформаційних технологій, для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях.
Автономія і відповідальність (А і В)	<ol style="list-style-type: none"> 1. здатність адаптуватись до нових ситуацій та приймати рішення; 2. здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань; 3. здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики; 4. здатність демонструвати розуміння основних засад охорони праці та безпеки життєдіяльності та їх застосування.
Ресурсне забезпечення реалізації програми	
Специфічні характеристики кадрового забезпечення	Понад 85% НПП, задіяного до викладання професійно-орієнтованих дисциплін, мають наукові ступені за спеціальністю.
Специфічні характеристики матеріально-технічного забезпечення	Використання сучасних пакетів прикладного програмного забезпечення, зокрема MS Visual Studio, Python, MS SQL Server, Maple, Java Script, C# та відповідне обладнання.

Специфічні характеристики інформаційно-методичного забезпечення	Використання віртуального навчального середовища Національного університету «Львівська політехніка» та авторських розробок науково-педагогічних працівників.
Академічна мобільність	
Національна кредитна мобільність	На основі двосторонніх договорів між Національним університетом «Львівська політехніка» та технічними університетами України.
Міжнародна кредитна мобільність	У рамках програми ЄС Еразмус+ 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-професійної програми
за групами компонент та циклами підготовки**

№ з/п	Цикл підготовки	Обсяг навчального навантаження здобувача вищої освіти (кредитів/%)		
		Обов'язкові компоненти ОПП	Вибіркові компоненти ОПП	Всього за весь термін навчання
1.	Цикл загальної підготовки	3/3,5	3/3,5	6/7
2.	Цикл професійної підготовки	59/65	25/28	84/93
Всього за весь термін навчання		62/68,5	28/31,5	90/100

3. Перелік компонент освітньо-професійної програми

Код н/д	Предмет	Кред.	Форма підс. контр.
1	2	3	4
Обов'язкові компоненти спеціальності			
1. Цикл загальної підготовки			
СК1.1	Світоглядні проблеми сучасного природознавства	3	диф.зал.
	Всього за циклом загальної підготовки	3	
2. Цикл професійної підготовки			
СК2.1	Динамічні системи та теорія біфуркацій	6	диф.зал.
СК2.2	Чисельні методи математичної фізики	5	екзамен
СК2.3	Серверне WEB-програмування	5	екзамен
СК2.4	Моделі систем масового обслуговування	6	екзамен
СК2.5	Математичні моделі в нанотехнологіях	5	екзамен
СК2.6	Підсумкова курсова робота	2	диф.зал.
СК2.7	Практика за темою магістерської кваліфікаційної роботи	12	диф.зал.
СК2.8	Виконання магістерської кваліфікаційної роботи	13,5	
СК2.9	Захист магістерської кваліфікаційної роботи	4,5	
	Всього за циклом професійної підготовки	59	
	Всього за циклом обов'язкових дисциплін	62	

Вибіркові компоненти освітньо-професійної програми

1. Цикл загальної підготовки			
	Всього	3	

2. Цикл професійної підготовки

Вибіркові компоненти освітньо-професійної програми			
Блок 1. Математичне моделювання складних систем			
ВБ1.1	Просторове моделювання екологічних процесів	8	екзамен
ВБ1.2	Стохастичні моделі систем	6	екзамен
ВБ1.3	Комп'ютерне моделювання наносистем	6	диф.зал.
	Всього	20	
Блок 2. Обчислювальна механіка			
ВБ2.1	Математичні моделі в механіці деформівного твердого тіла	8	екзамен
ВБ2.2	Математичні моделі термомеханіки	6	диф.зал.
ВБ2.3	Обернені задачі термомеханіки та методи їх дослідження	6	диф.зал.
	Всього	20	
Вибіркові компоненти інших освітньо-професійних програм			
	Всього	5	

4. Форма атестації

Форми атестації здобувачів вищої освіти	Атестація здійснюється у формі публічного захисту кваліфікаційної роботи
Вимоги до кваліфікаційної роботи	Кваліфікаційна робота має передбачати дослідження, аналіз, моделювання процесів і систем в різноманітних конкретних предметних областях з використанням фундаментальних та спеціальних прикладних методів математичних і комп'ютерних наук. У кваліфікаційній роботі не має бути академічного плагіату, фальсифікації та фабрикації. Кваліфікаційна робота має бути розміщена на сайті або у репозитарії Національного університету «Львівська політехніка».

5.Матриця відповідності програмних компетентностей навчальним компонентам

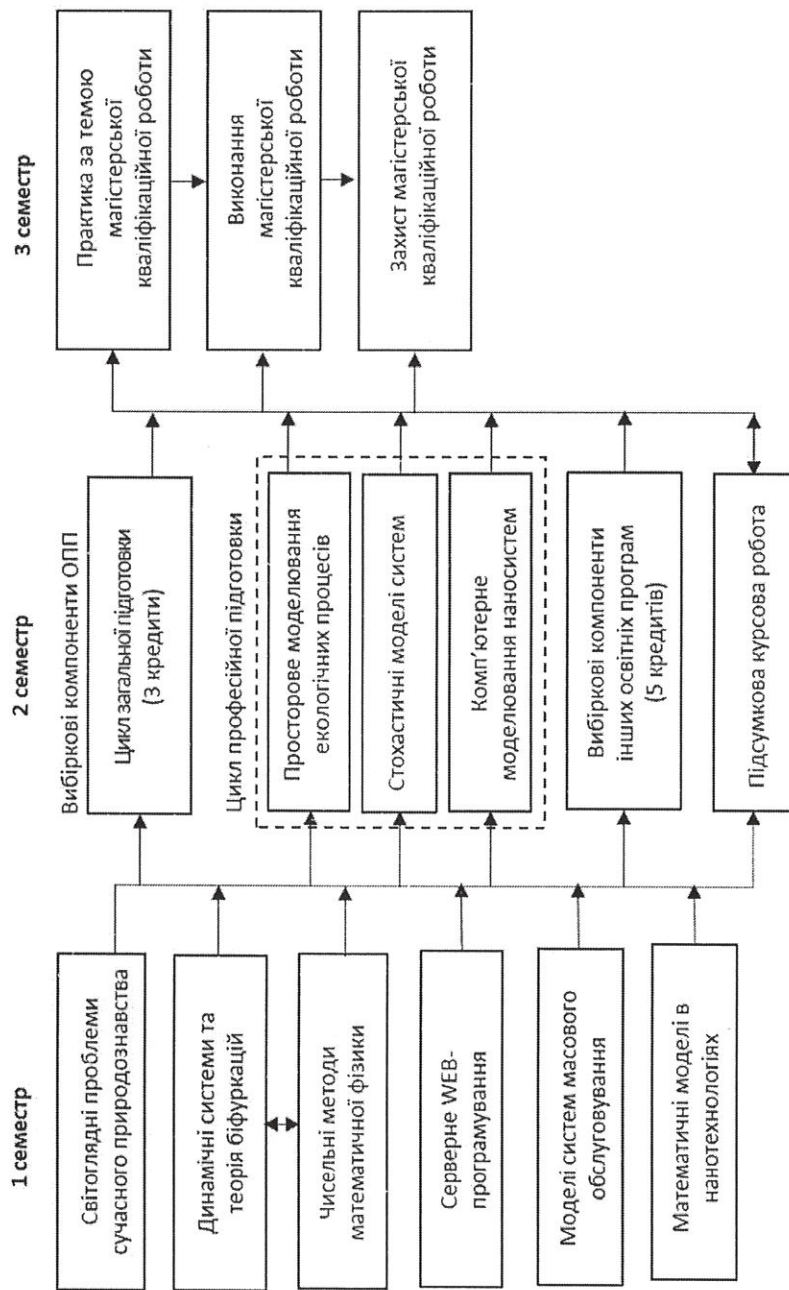
	ЗК1	ЗК2	ЗК3	ЗК4	ЗК5	ЗК6	ЗК7	ЗК8	ФК1	ФК2	ФК3	ФК4	ФК6	ФК7	ФК8	ФК10	ФКС1.1	ФКС1.2	ФКС1.3	ФКС1.4	ФКС1.5	ФКС1.6	ФКС2.1	ФКС2.2	ФКС2.3	ФКС2.4	ФКС2.5	ФКС2.6	
СК1.1			•	•		•		•																					
СК2.1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.2	•	•	•	•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.3	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.4	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.5	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.6	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.7		•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•													
СК2.9		•				•										•													
ВБ1.1																	•			•									
ВБ1.2																		•		•									
ВБ1.3																		•		•									
ВБ2.1																		•		•									
ВБ2.2																		•		•									
ВБ2.3																		•		•									

6. Матриця забезпечення програмних результатів навчання відповідним компонентам освітньої програми

	ЗН1	ЗН2	ЗН3	ЗН4	ЗН5	ЗН6	УМ1	УМ2	УМ3	УМ4	УМ5	УМ6	УМ7	УМ8	УМ9	УМ10	УМ11	КОМ1	КОМ2	АІВ1	АІВ2	АІВ3	АІВ4	
СК1.1	•	•			•	•		•				•						•	•		•	•	•	•
СК2.1	•	•	•		•		•	•				•	•		•	•		•	•	•		•	•	•
СК2.2	•	•	•	•	•		•					•				•	•	•	•	•	•	•	•	•
СК2.3		•		•		•	•	•			•	•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•
СК2.4	•	•	•		•		•	•				•		•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
СК2.5	•	•	•		•		•	•				•			•	•		•	•	•	•	•	•	•
СК2.6	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
СК2.7			•	•			•	•			•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
СК2.8	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
СК2.9																	•	•	•		•	•	•	•
ВБ1.1	•	•	•		•	•	•	•				•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
ВБ1.2	•	•	•		•	•	•	•			•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
ВБ1.3	•	•	•		•	•	•	•			•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
ВБ2.1	•	•	•		•	•	•	•				•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
ВБ2.2	•	•	•		•	•	•	•				•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
ВБ2.3	•	•	•		•	•	•	•				•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•

7. Структурно-логічна схема освітньо-професійної програми магістра з прикладної математики

Блок 1. Математичне моделювання складних систем



Структурно-логічна схема освітньо-професійної програми магістра з прикладної математики

Блок 2. Обчислювальна механіка

