ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ
ІМЕНІ В.М.ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
академік НАН України
_____ І.В. Сергієнко
«19» 09 _____2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Математична теорія надійності. Сучасний стан досліджень
(ДВА.3.1.5)

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	**F "Інформаційні технології "**
спеціальність	**F1 "Прикладна математика"**
освітній рівень	**третій (освітньо-науковий)**
освітньо-наукова програма	**"Прикладна математика"**
вид дисципліни	**вибіркова**

Форма навчання	**денна / заочна**
Навчальний рік	**2025/2026**
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**
Форма заключного контролю	**екзамен**

Викладач: **Кузнєцов Микола Юрійович, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України**

Пролонговано Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Навчальні роки пролонгації	Учений секретар	Підпис	№ протоколу	Дата протоколу
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____

КИЇВ – 2025

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.

РОЗРОБНИК:
Завідувач
д.т.н., член-кор. НАН України

_____ **Кузнєцов Микола Юрійович**

Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні відділу чисельних методів та комп'ютерного моделювання

Протокол від "19" вересня 2025 року № 9

Завідувач відділу
академік НАН України, д.ф.-м.н. _____ **О.М. Хіміч**
(підпис)

Робочу програму ухвалено науково-методичною радою

Протокол від "22" вересня 2025 року № 2

Голова науково-методичної ради
академік НАН України _____ **І.В. Сергієнко**
(підпис)

Робочу програму затверджено Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Протокол від "29" вересня 2025 року № 15

Учений секретар _____ **А.І. Куляс**
(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми F1 Прикладна математика
"29" вересня 2025 року

Гарант освітньої програми
доктор фізико-математичних наук _____ **В.М. Горбачук**
(підпис)

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.

1. Мета дисципліни полягає у формування базових теоретичних знань та практичних навичок з дослідження надійності складних систем, оволодіння методиками побудови випадкових процесів, що описують поведінку систем, та вміння використовувати сучасні інформаційні технології для оцінки показників надійності та ризику. У результаті засвоєння дисципліни аспірант повинен: а) чітко володіти основними поняттями теорії надійності та ризику; б) вміти будувати випадкові процеси, які описують імовірнісну поведінку тих чи інших класів систем; в) використовувати аналітичні та статистичні методи для обчислення показників надійності систем.

2. Попереднівимогидоопануванняабовиборунавчальної дисципліни:

1. *Знати*: основні поняття та твердження теорії ймовірностей, математичної статистики та теорії випадкових процесів, класичні постановки задач теорії надійності, апарат марковських та напівмарковських процесів, принципи моделювання методом Монте-Карло.
2. *Вміти*: розробляти, аналізувати та застосовувати знання з різних предметних областей для розв'язання конкретних завданьтаприкладних задач теоріїнадійності, реалізовувати інформаційні технології на сучасних обчислювальних ресурсах.

3. Анотаціянавчальноїдисципіни:

Дисципліна "Математична теорія надійності. Сучасний стан досліджень" належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вивчення сучасних методів математичної теорії надійності має забезпечити особистий та професіональний розвиток аспіранта. Дисципліна спрямована на оволодіння аспірантами теоретичними та практичними знаннями, які дозволять використовувати теорію випадкових процесів на практиці при дослідженні показників надійності реальних технічних систем (атомні електростанції, супутники, магістральні нафтопроводи тощо). Задачею курсу є ознайомлення аспірантів із сучасними методами моделювання складних систем високої надійності, коли класичний метод Монте-Карло втрачає свою ефективність. Особлива увага буде приділена різним прийомам зменшення дисперсії оцінок, які дають можливість на декілька порядків зменшити час моделювання при збереженні потрібної точності. Буде показано, яким чином методи теорії надійності можуть бути застосованими до певних *NP*-повних задач комбінаторики у випадку великої розмірності, для яких не існує розв'язків, отриманих іншими методами. Подібнізадачі є вельми актуальними у проблемах, пов'язаних із захистом інформації.

4. Завдання (навчальні цілі): набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень в області розробки сучасних методів моделювання показників надійності та ефективності систем відповідального призначення, оволодіння основними методами зменшення дисперсії оцінок та сучасними інформаційними технологіями, які дозволять реалізувати набуті знання відповідно до науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії».

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.

5. Структуранавчальноїдисципліни.Тематичнийпланлекційіпрактичнихзанять

Назварозділів,тем		*Розподілза видами занять*			
		Лекції	*Практ.*	*Конс.*	*Сам. роб.*
Розділ1.Структурнімоделінадійності технічних систем,типовізаконирозподілувтеорії надійності,їхчисловіхарактеристикитадеякі методиїхобчислення.					
Тема1.Структурнімоделінадійностітехнічних систем та типові закони розподілу в теорії надійності.		2			4
*Самостійнаробота:*длядеякихмоделейпобудувати всіможливімінімальніперерізивідмовтамінімальні шляхи.					
Тема 2. Числові характеристики надійності складнихсистемтадеякіаналітичніметодиїх обчислення.		2			4
Самостійна робота: скориставшись апаратом марковських процесів, побудувати рівняння для знаходженнястаціонарнихімовірностейстанів.					
Розділ2.Основнікласивипадковихпроцесівв задачах надійності та ризику.					
Тема3.Пуасонівськийпроцес,елементитеорії відновлення,альтернуючийпроцесвідновлення.		2			4
*Самостійнаробота:*вивчитипроцесизагибеліта розмноження;засвоїтианалітичніметодиотриманняїх стаціонарних та нестаціонарних характеристик; перетвореннЯЛапласа.					
Тема4.Марковськімоделітеоріїнадійності,напівмарковський процес, дерева відмов.		2			4
Самостійнаробота: побудова марковськихмоделейза викладенималгоритмомтапобудовадереввідмовдля конкретнихмоделей.					
Розділ 3. Сучасні методи прискореного моделювання.					
Тема5.ЗагальнасхемаметодуМонте-Карло, моделювання дискретних та неперервних випадкових величин.		2			4
*Самостійнаробота:*засвоїтиалгоритмигенерації дискретних та неперервних випадкових величин, зокрема,методНеймана.					
Тема 6. Моделювання стаціонарного та нестаціонарного пуасонівського процесу.		2			4
*Самостійнаробота:*складанняалгоритмутакоду моделювання стаціонарного та нестаціонарного пуасонівськогопроцесу.					

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.

Тема7.Методиприскореногомоделювання:метод істотної вибірки, метод зваженого моделювання, метод розшарованої вибірки. *Самостійна робота:* складання алгоритму та коду моделювання характеристик надійності деяких систем вказаними методами прискореного моделювання.		2			4
Тема8.Аналітико-статистичнийметод. *Самостійна робота:* складання алгоритму та коду моделюванняхарактеристикнадійностідеякихмоделей аналітико-статистичним методом.		2			4
Тема 9. Використання прискореного моделювання в комбінаторних задачах великої розмірності. *Самостійна робота:* складання алгоритму та коду моделюванняхарактеристикнадійностідеякихмоделей аналітико-статистичним методом. Підготовкадоекзамену.		2		2	6
Всього		***18***		***2***	***40***

Загальнийобсяг*60* *годин*,втомучислі:
Лекцій – **18** *годин*,
Консультації-**2***години,*
Самостійнаробота–**40** *годин*.

6. Результатинавчанняза дисципліною:

Урезультатівивченнянавчальноїдисципліни“Математичнатеоріянадійності.Сучасний стан досліджень” студенти зможуть:

Результатнавчання(РН) (1.знати;2.вміти;3.комунікація;4.автономністьтавідповідальність)		**Форми(та/або методи і технології) викладанняі навчання**	**Методиоцінювання та пороговий критерій оцінювання(за необхідності)**	**Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни**
Код	**Результатнавчання**			
РН1.1	Знати основні поняття математичної теорії надійностітасучаснихметодівмоделювання.	*Лекція, практичне заняття*	*Екзамен,активна робота на лекції, усні відпові*	*15%*
РН1.2	Знати математично коректні формулювання постановки задач, пов’язаних із стохастичними явищами.			
РН1.3	Знати основні підходи до побудови моделей об’єктів,якізасвоєюсуттюмаютьстохастичну природу.			*15%*
РН2.1	Вмітивизначати,якийсамеметоддоцільно використовуватидлярозв’язаннятієїчиіншої задачі	*Лекція, практичне заняття, самостійна робота*	*Екзамен, захист проекту, виконаннязавдань, винесених на самостійну роботу*	*15%*
РН2.2	Вмітивикористовуватианалітичніметодитеорії надійності для дослідження ймовірнісних показників систем			*15%*
РН3.1	Обґрунтовувативласнийпогляднапроблемисучасних методівматематичноїтеоріїнадійностіта високонадійнихсистем	*Практичне заняття, самостійна робота*	*Захистпроекту*	*25%*
РН4.1	Демонструватимінняаналізуватитапояснювати отриманірезультати			*15%*

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.

7. Співвідношеннярезультатівнавчаннядисципліниізпрограмнимирезультатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмнірезультати навчання	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 2.2	РН 3.1	РН 4.1
ПРН-2. Знати та аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні розробки в галузі науково-дослідницькоїдіяльностіінамежі предметнихгалузейзнань.	+	+		+			
ПРН-3.Знатинауковішколиіфундаментальніпраці у галузі прикладної математики та інформаційних технологій, праці провідних зарубіжних вчених; формулюватиметувласногонауковогодослідження.	+	+	+				
ПРН-4.Знатипроцедуривстановленнянаукової цінності і правильності математичних фактів.	+	+					
ПРН-6. Вміти формулювати, експериментально підтверджувати,обґрунтовуватиізастосовуватина практиці нові конкурентоздатні ідеї, методи, технології розв’язання професійних, науково-технічнихзадач.		+	+	+			
ПРН-7. Вміти з нових дослідницьких позицій формулюватизагальнуметодологічнубазувласного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для розвитку інших галузейнаукиітехніки.				+			
ПРН-8.Уміти ініціювати, організовувати та проводитикомплекснідослідженнявгалузінауково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводятьдоотриманняновихзнань.				+			
ПРН-11. Уміти аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для рішення професійних наукових задачнауково-технічні ресурси і джерела знаньзурахуваннямсучаснихдосягненьнаукиі техніки.			+		+		
ПРН-12.Умітивикористовуватиіснуючіта створювати власні теоретичні моделі в математичному дослідженні.			+		+	+	
ПРН-13. Уміти використовувати та удосконалювати методи прикладної математики на основі впровадженняінтелектуальнихінформаційних технологій.				+	+	+	
ПРН-15. Уміти кваліфіковано та професійно описувати результати наукових досліджень у наукових статтях, опублікованих як у фахових вітчизнянихвиданнях,такіувиданнях,яківходять доміжнароднихнаукометричнихбаз.					+	+	+
ПРН-16. Уміти професійно та дохідливо презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, практичновикористовуватиіноземнумову(впершу чергу−англійську)унауковій,інноваційній діяльності та педагогічній діяльності.							+

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.

8. Схемаформуванняоцінки.

Формиоцінюванняздобувачівосвітньо-науковогоступеня:

- оцінюваннявпродовжнавчальногоперіоду:

*1. Активнароботаналекціяхтапрактичнихзаняттях, уснівідповіді:*0–20балів;
*2. Виконаннязавдань,винесенихнасамостійнуроботу:*0–40балів.

- підсумковеоцінювання:екзамен.

- *максимальнакількістьбалів,якіможутьбутиотримані:*40 балів;
- *формапроведенняівидизавдань:*письмоваробота.

Рекомендованиймінімум–36 балів.

Організація оцінювання:
Обов'язковимєвиконаннязавдань,винесенихнасамостійнуроботузаграфікомробочої програми.

Термінипроведенняформоцінювання:

1. *Активнароботаналекціяхтапрактичнихзаняттях,уснівідповіді:*протягом навчального періоду.
2. *Виконаннязавдань,винесенихнасамостійнуроботу:*протягомнавчальногоперіоду.

Шкалавідповідностіоцінок

Відмінно/Excellent	90 – 100
Добре/ Good	75 – 89
Задовільно/ Satisfactory	60 – 74
Незадовільно/Fail	0 – 59

9. Рекомендованіджерела.

Списокосновної літератури:

1. Конспектлекційкурсу"Математичнатеоріянадійності.Сучаснийстан досліджень".
2. Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. – М.: Наука, 1984. – 328 с.
3. ГнеденкоБ.В.,КоваленкоИ.Н.Введениевтеориюмассовогообслуживания.–М.: КомКнига, 2005. – 397 с.
4. ЕрмаковС.М.МетодМонте-Карлоисмежные вопросы.–М.:Наука,1975.–471с.
5. Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания. – М.: Высшая школа, 1982. – 256 с.
6. КоваленкоИ.Н.,КузнецовН.Ю.Методырасчетавысоконадежных систем. –М.: Радио и связь, 1988. – 176 с.
7. Kovalenko I.N., Kuznetsov N.Yu., Pegg Ph.A. Mathematical Theory of Reliability of Time Dependent Systems with Practical Applications. – Chichester: Wiley, 1997. – 303 p.
8. КоксД.,СмитВ.Теориявосстановления.–М.:Сов.Радио,1967.–299с.

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.

Списокдодатковоїлітератури:

1. ЕрмаковС.М.,МихайловГ.А.Статистическоемоделирование.–М.:Наука,1982.– 296 с.
2. КоваленкоИ.Н.,КузнецовН.Ю.,ШуренковВ.М.Случайныепроцессы.Справочник. – К.: Наукова думка, 1983. – 366 с.
3. Kuznetsov N.Yu. Fault Trees – Problems and the Modern State of Investigation // Кибернетика и системный анализ. – 1994. – № 3. – P. 128-150.
4. Кузнецов Н.Ю. Применение метода расслоенной выборки к решениюзадачи о ранце // Кибернетика и системный анализ. – 1998. – № 1. – С. 73-81.
5. КузнецовН.Ю.Оценкаколичествалатинськихпрямоугольниковметодомускоренного моделирования // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 1. – С. 76-84.
6. Надежность и эффективность в технике. Справочник. – Том 2: Математическиеметоды в теории надежности и эффективности / Под ред. Б.В.Гнеденко. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с.

©КузнєцовМ.Ю.,2025 р.