



Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Фізико-технічний інститут
Кафедра прикладної фізики

Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми

ПВБ1.8
ПВБ2.8

Галузь знань 10 Природничі науки
Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Курс	2
Семестр	4

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика

ECTS	3
Годин	90

Статус вибіркова

Форма навчання денна

Семестровий контроль залік

Розподіл годин

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
18	–	36	36
раз/2 тижні	–	кожного тижня	

Гарант освітньої програми В.о. завідувача кафедри Голова методичної комісії

_____ В.В. Іванова
«__» _____ 2020 р.

_____ С.О. Воронов
«__» _____ 2020 р.

_____ С.А. Смирнов
«__» _____ 2020 р.

Поточна редакція від 28 січня 2020 р.

Інформація про викладача

	Лекція	Практичні/лабораторні
ПІБ	Гордійко Наталія Олександрівна	Гордійко Наталія Олександрівна
Посада	доцент	доцент
Вчене звання	доцент	доцент
Науковий ступінь	кандидат технічних наук	кандидат технічних наук
Профіль викладача	http://apd.ipt.kpi.ua/blog/author/5	http://apd.ipt.kpi.ua/blog/author/5
e-mail	natalygor22@gmail.com	natalygor22@gmail.com

Анотація навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми» є формування у студентів навичок володіння сучасними системами моделювання та програмування; опису фізичних об'єктів та процесів сучасними засобами математичного моделювання – побудови їх математичних моделей; дослідження (аналізу, прогнозування) поведінки фізичного об'єкту або процесу за допомогою побудованої математичної моделі.

Предметом дисципліни є методи та програмні засоби для математичного моделювання фізичних процесів. Розглядаються системи програмування та моделювання MatLab та її пакети розширення (Toolboxes), зокрема, Simulink, Maple, Mathematica тощо.

Основними завданнями дисципліни є набуття необхідних знань, умінь та досвіду для подальшого їх використання як інструменту при вирішенні практичних завдань в області фізики, біології, математики та в інших областях.

Силабус навчальної дисципліни «Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми» побудований таким чином, що для виконання кожної наступної лабораторної роботи студентам необхідно застосувати навички та знання, отримані при виконанні попередніх. Фінальним завданням є семестрове індивідуальне завдання – домашня контрольна робота, для виконання якої студенти використовують теоретичні знання та застосовують практичні навички, отримані на лекціях та під час виконання всіх видів завдань (лабораторних робіт та самостійної роботи). Особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного та самостійного навчання, у відповідності з яким студенти мають працювати над практичними тематичними індивідуальними завданнями, що в подальшому дозволить застосовувати отримані знання, навички, уміння та досвід для вирішення реальних проблем та завдань.

Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу, зорієнтованого на результат, та стратегії взаємодії викладача та студента, що спрямовано на підвищення студентської самостійності та критичної здатності з метою набуття відповідних компетентностей. Передбачається опора на активне навчання, акцент на критичне та аналітичне навчання і розуміння, підвищена відповідальність і підзвітність з боку студентів, їх більша самостійність (автономія), вдумливий підхід до освітнього процесу як з боку особи, що навчається, так і з боку викладача.

Під час навчання застосовуються стратегії активного і колективного навчання, що визначаються такими методами і технологіями: методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий і дослідницький метод); особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, ґрунтовані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», «аналіз ситуацій», дискусія, індивідуальна, парна та колективна робота; евристичні методи (створення ідей, активізації творчого мислення); метод проблемно-орієнтованого навчання; сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (комп'ютерний клас для проведення лабораторних робіт, проектор, електронна дошка та електронні презентації для проведення лекцій, розробки і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань).

Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Навчальною дисципліною «Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми» забезпечуються такі дисципліни загальної та професійної підготовки: математичний аналіз, алгебра та геометрія, механіка, термодинаміка та молекулярна фізика, електрика та магнетизм, оптика, атомна фізика, класична механіка, теорія поля, квантова механіка, хімія, диференціальні рівняння, теорія функції комплексної змінної, теорія ймовірності та математична статистика, випадкові процеси, рівняння математичної фізики, комп'ютерна графіка, ядерна фізика, коливання та хвилі, статистична фізика, електродинаміка суцільних середовищ, фізика твердого тіла, методи аналізу та обробки експериментів.

Необхідні навички

1. Програмування.
2. Установлення програмного забезпечення.
3. Робота у Microsoft Word або будь-якому іншому редакторі (для оформлення протоколів лабораторних та контрольних робіт).

Програмні результати навчання ¹

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, після вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми» студенти мають продемонструвати такі результати:

1. Володіння основними поняттями теорії моделювання.
2. Оперування масивами даних.
3. Розробка М-файлів.
4. Графічне оформлення результатів досліджень у командному режимі та з використанням діалогового редактору графіки.
5. Геометричне моделювання площин та поверхонь.
6. Розв'язання лінійних алгебраїчних рівнянь та систем.
7. Проведення символічних обчислень за допомогою ToolBox Symbolic Math.
8. Оперування структурами даних.
9. Дослідження функцій, числове інтегрування та інтерполяція.
10. Розв'язання задачі обертання площин.
11. Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь та систем.
12. Розв'язання крайових задач.
13. Розв'язання задач математичної фізики за допомогою ToolBox PDE.
14. Програмування в середовищі MatLab, використовуючи оператори циклу, розгалуження, способи попередження помилкових дій тощо.
15. Створення анімації в MatLab.
16. Проведення цифрової обробки сигналів (Signal Processing Toolbox) та зображень (Image Processing Toolbox), проектування фільтрів.

¹ Learning outcomes.

Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми

17. Візуальне моделювання в MatLab в пакеті розширення Simulink.
18. Робота з пакетами розширення MatLab відповідно до їх застосування.
19. Робота з найбільш уживаними програмними засобами для математичного моделювання фізичних процесів.
20. Аргументоване обґрунтування методу розв'язання поставленої задачі, наведення власних прикладів, формулювання висновків, оформлення результатів лабораторних та контрольних робіт.

Також студенти зможуть виявляти та здійснювати аналіз помилок у площині візуально-інформаційного супроводу.

Відповідність результатів навчання до компетентностей у стандарті вищої освіти можна переглянути у Додатку 1 «Програмні результати навчання (розширена форма)».

Перелік тем, завдання та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Моделі та їх роль у пізнанні світу.	№1	Модульна контрольна робота (теоретична частина)	8-ий, 14-ий тижні
2.	Основи роботи в MatLab.	№2,6	Лабораторна робота №1	3-ий тиждень
3.	Розробка М-файлів. Використання графічних команд та функцій. Геометричне моделювання площин та поверхонь у середовищі MatLab.	№№2–5	Лабораторна робота №2	4-ий тиждень
4.	Дослідження функцій, розв'язання рівнянь, числове інтегрування та інтерполяція в MatLab.	№2–6,9	Лабораторна робота №3	5-ий тиждень
5.	Символічні обчислення в MatLab.	№2–5,7,8,10	Лабораторна робота №4	6-ий тиждень
6.	Розв'язання в MatLab звичайних диференціальних рівнянь та систем.	№2–5,7,8,10,11	Лабораторна робота №5	7-ий тиждень
7.	Розв'язання крайових задач в MatLab.	№2–5,7,8,10–12	Лабораторна робота №6	9-ий тиждень
8.	Розв'язання задач математичної фізики в	№13	Лабораторна робота №7	10-ий тиждень

Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми

	MatLab.			
9.	Основи програмування та анімація в MatLab.	№2–5,7,10,14,15	Лабораторна робота №8	11-ий тиждень
10.	Цифрова обробка сигналів та зображень в MatLab.	№2–4,14,16	Лабораторна робота №9	13-ий тиждень
11.	Основи візуального моделювання динамічних систем в MatLab.	№17	Лабораторна робота №10	16-ий тиждень
12.	Пакети розширення MatLab. Основні відомості про найбільш уживані програмні засоби для моделювання фізичних процесів.	№13,16–19	Залік	18-ий тиждень

Модульна контрольна робота поділяється на дві частини (відповідно до вивчених тем) та проводиться на 8-ому (1 частина) на 14-ому (2 частина) тижнях семестру (згідно з порядком та графіком проведення проміжної атестації) та складається з одного теоретичного питання та двох практичних задач, виконаних на комп'ютері, індивідуальних для кожного студента.

Система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Семестрове індивідуальне завдання (домашня контрольна робота – ДКР)	10–18	10–18	1	10–18
2.	Лабораторна робота	40–60	4–6	10	40–60
3.	Модульна контрольна робота (МКР)	10–18	10–18	1	10–18
4.	Активність	4	4	1	4
	Всього				64–100

Результати лабораторних, модульної контрольної та домашньої контрольної робіт оголошуються індивідуально кожному студенту (в його присутності або в дистанційній формі) із зауваженнями та коментарями щодо основних помилок та недоліків.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 60$
2	Виконання лабораторних робіт	Лабораторні роботи №№1 – 10
3	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота ($RD \geq 10$)
4	Виконання семестрового індивідуального завдання	Домашня контрольна робота ($RD \geq 10$)
5	Перша та друга атестації	Позитивний результат

Необов'язкові умови допуску до заліку:

1. Активність на заняттях.
2. Відвідування всіх лекційних занять.
3. Відвідування всіх лабораторних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою ²

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	+
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	+
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	+
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	+
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	+
$RD < 60$	Незадовільно	–
Невиконання умов допуску	Не допущено	–

Залік

За результатами роботи студента у семестрі (виконання лабораторних та контрольних робіт, оцінок поточного контролю) відповідно до PCO на останньому за розкладом занятті викладач проводить семестрову атестацію – залік. Позитивна оцінка із заліку виставляється, якщо студент має підсумковий рейтинг не менше 60 балів ($RD \geq 60$) та не має заборгованостей з робіт, передбачених силабусом на семестр з даного кредитного модуля, а саме: виконані та зараховані всі лабораторні та контрольні роботи, а також дві позитивні атестації. Якщо студент не отримав залік за PCO, але виконав умови допуску до

² Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

семестрового контролю, залік виставляється за результатами залікової контрольної роботи або підсумкової співбесіди (за згодою).

Студенти, які протягом семестру отримали більше, ніж 60 балів ($RD > 60$), і хочуть підвищити свою оцінку з навчальної дисципліни, можуть або виконати індивідуальне завдання, або пройти співбесіду (виходячи з набраного рейтингу, на розсуд викладача).

Політика навчальної дисципліни

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Наперед зроблена та захищена лабораторна робота	+1 бал	Порушення термінів захисту лабораторної роботи (за кожну роботу)	-1 бал
Достроковий захист домашньої контрольної роботи	+3 бали	Кожна повторна спроба захисту лабораторної роботи	-1 бал
Виступ з доповіддю за тематикою навчальної дисципліни	+4 бали	Порушення термінів виконання домашньої контрольної роботи	-50% вагового балу
Виступ з доповіддю на конференції, друкована робота, участь та призове місце на олімпіаді, у конкурсі (за тематикою навчальної дисципліни)	+10 балів		

Відвідування занять

Відвідування лекцій та лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання (домашньої контрольної роботи), лабораторних та модульних контрольних робіт. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента, який без поважної причини не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент(-ка) має можливість написати модульну контрольну роботу, але максимальний бал за неї дорівнюватиме 50% від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами ³.

Критерій			Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації ⁴			8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг ⁵		≥ 20 балів	≥ 40 балів
	Поточний контрольний захід	Модульна контрольна робота	+	+
	Семестрове індивідуальне завдання	Домашня контрольна робота	–	–
	Лабораторні роботи	ЛР №1	+	
		ЛР №2	+	
		ЛР №3	+	
		ЛР №4	+	
		ЛР №5	+	
		ЛР №6	–	+
		ЛР №7	–	+
		ЛР №8	–	+
ЛР №9		–	+	
ЛР №10		–	+	

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

³ Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

⁴ Там само.

⁵ Там само.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання стосовно процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши, з якими зауваженнями не погоджуються.

Дистанційне навчання

Дистанційне навчання з даної навчальної дисципліни допускається за певною тематикою за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання (або через форс-мажорні обставини) пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу у такій формі допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, передбачені силабусом навчальної дисципліни.

Виставлення залікової оцінки та оцінки за контрольні заходи шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсу з даної дисципліни передбачено лише у разі форс-мажорних обставин студентів.

Виконання деяких тематичних завдань, а також семестрового індивідуального завдання, здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через соціальні мережі, електронну пошту тощо).

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою

Враховуючи специфіку навчальної дисципліни, деякі поняття та навчальний матеріал вивчаються англійською мовою (фрагментарно).

Враховуючи студентоцентризований підхід, за бажанням студентів, допускається вивчення окремих тем за допомогою відповідних англомовних електронних ресурсів.

Позааудиторні заняття

Консультації (індивідуальні та групові) з даної навчальної дисципліни та самостійна робота студентів можуть проводитись за попередньою згодою у науковій лабораторії, в науково-технічній бібліотеці університету та/або у домашніх умовах, відповідно.

Навчальний матеріал, передбачений для засвоєння студентом у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль разом з навчальним матеріалом, що вивчався при проведенні аудиторних навчальних занять.

Додатки

Додаток 1. Програмні результати навчання (розширена форма)

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми» студенти мають продемонструвати такі програмні результати:

Результати навчання		Відповідність результатів навчання до компетентностей у ОПП ⁶	
		Загальні компетентності (ЗК) (soft skills)	Спеціальні компетентності (фахові) (ФК)
1.	Володіння основними поняттями теорії моделювання.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 1, ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
2.	Оперування масивами даних.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
3.	Розробка М-файлів.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
4.	Графічне оформлення результатів досліджень у командному режимі та з використанням діалогового редактору графіки.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
5.	Геометричне моделювання площин та поверхонь.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
6.	Розв'язання лінійних алгебраїчних рівнянь та систем.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
7.	Проведення символічних обчислень за допомогою ToolBox Symbolic Math.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
8.	Оперування структурами даних.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
9.	Дослідження функцій, числове інтегрування та інтерполяція.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
10.	Розв'язання задачі обертання площин.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
11.	Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь та систем.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
12.	Розв'язання крайових задач.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
13.	Розв'язання задач математичної фізики за допомогою ToolBox PDE.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11, ФК 12
14.	Програмування в середовищі MatLab, використовуючи оператори циклу, розгалуження, способи попередження помилкових дій тощо.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
15.	Створення анімації в MatLab.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
16.	Проведення цифрової обробки сигналів (Signal Processing Toolbox) та зображень (Image Processing Toolbox), проектування фільтрів.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8	ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11
17.	Візуальне моделювання в MatLab в пакеті розширення Simulink.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8, ЗК 10	ФК 1, ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11, ФК 12

⁶ Освітньо-професійна програма «Прикладна фізика (Applied Physics)» першого (бакалаврського рівня вищої освіти). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 17 с.: <https://osvita.kpi.ua/files/downloads/105-B-Прикладна%20фізика.pdf>

Математичне моделювання фізичних процесів та прикладні програми

18.	Робота з пакетами розширення MatLab відповідно до їх застосування.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8, ЗК 10	ФК 1, ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11, ФК 12
19.	Робота з найбільш уживаними програмними засобами для математичного моделювання фізичних процесів.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8, ЗК 10	ФК 1, ФК 3, ФК 4, ФК 9, ФК 10, ФК 11, ФК 12
20.	Аргументоване обґрунтування методу розв'язання поставленої задачі, наведення власних прикладів, формулювання висновків, оформлення результатів лабораторних та контрольних робіт.	ЗК 2, ЗК 5, ЗК 7, ЗК 8, ЗК 10	ФК 1, ФК 3, ФК 4, ФК 8, ФК 9, ФК 10, ФК 11, ФК 12