МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Факультет транспорту, менеджменту і логістики
Кафедра організації авіаційних перевезень

УЗГОДЖЕНО
Декан ФТМЛ
_____ Тетяна МОСТЕНСЬКА
«09» 09 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
_____ Анатолій ГОЛЛХІН
«10» 09 2021 р.

Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Математичні методи моделювання складних транспортних систем»

Освітньо-наукова програма: «Транспортні технології»
Галузь знань: 27 «Транспорт»
Спеціальність: 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»
Статус дисципліни: обов'язковий компонент

Форма навчання	Семестр	Усього (год./кредитів ECTS)	Лекції	Практ./ лабор. заняття (семінари)	Самост. робота	Форма підсумк. контролю
Очна	3	90/3,0	10	20	60	Екзамен 3с.
Заочна	3	90/3,0	6	4	80	Екзамен 3с.

Індекс: НДФ-7-275/21-1.3.4
НДФ-7-275/21-1.3.4 (З)

СМЯ НАУ РПНД 19.01-01-2021

Робочу програму навчальної дисципліни «Математичні методи моделювання складних транспортних систем» розроблено на основі освітньо-наукової програми «Транспортні технології», навчальних №НДФ-7-275/21, №НДФ-7-275/21 (З) та робочих №РДФ-7-275/21, №РДФ-7-275/21 (З) навчальних планів підготовки здобувачів ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології».

Робочу програму розробив:
професор кафедри
організації авіаційних перевезень _____ Андрій ГОНЧАРЕНКО

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-наукової програми «Транспортні технології», спеціальності 275 «Транспортні технології» - кафедри організації авіаційних перевезень, протокол №16/01 від 06 вересня 2021 р.

Завідувач кафедри, гарант освітньо-наукової програми _____ Дмитро ШЕВЧУК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету транспорту, менеджменту і логістики, протокол № 9 від «07» 09 2021 р.

Голова НМРР _____ Ірина ШЕВЧЕНКО

УЗГОДЖЕНО
Завідувач аспірантурою та докторантурою _____ Анжела ЛЕЛЕЧЕНКО
«08» 09 2021 р.

Рівень документа – 3б
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Контрольний примірник

ЗМІСТ

Вступ 4

1. Пояснювальна записка 4

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни 4

1.2. Очікувані результати навчання 4

1.3. Передумови вивчення навчальної дисципліни 4

2. Зміст навчальної дисципліни 5

2.1. Програм навчальної дисципліни 5

2.2. Тематичний план навчальної дисципліни 6

2.3. Самостійна робота аспірантів 6

3. Навчально-методичні матеріали 6

3.1. Методи навчання 6

3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) 7

3.3. Інформаційні інтернет-ресурси 7

4. Система оцінювання результатів навчання 7

4.1. Засоби діагностики результатів навчальної дисципліни 7

4.2. Форми контролю результатів навчання та їх оцінювання 7

4.3. Критерії оцінювання досягнень аспірантів 8

ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи моделювання складних транспортних систем» розроблена на основі Методичних рекомендацій щодо розроблення робочих програм навчальних дисциплін з підготовки здобувачів ступеня доктора філософії у Національному авіаційному університеті, затверджених наказом ректора від 01.06.2021 №321/од.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладення дисципліни є формування у аспірантів знань на практичних навичок з використання системного підходу та синергетичних впливів на об’єкти, які використовуються в галузі транспорту при самостійному виконанні дисертаційного дослідження та в подальшій науково-дослідній роботі.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є опанування:

– методів аналізу, формалізації та моделювання складних транспортних систем;

– застосування математичних методів моделювання транспортних процесів та об’єктів повітряного транспорту;

– інтелектуальних методів обробки різнотипних даних складних транспортних систем;

– вибору методів і засобів аналізу та моделювання даних відповідно до своїх завдань.

1.2. Очікувані результати навчання

Навчальна дисципліна «Математичні методи моделювання складних транспортних систем» дає можливість досягти таких *програмних результатів*:

– **ПРН03.** Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу та синтезу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, тощо) і математичного та/або комп’ютерного моделювання в сфері транспортних технологій (на повітряному транспорті);

– **ПРН04.** Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп’ютерні моделі транспортних систем та технологій (на повітряному транспорті), ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у галузі транспорту та дотичних міждисциплінарних напрямах;

– **ПРН09.** Знання спеціального математичного апарату та методів оптимізації для аналізу та оцінювання ефективності функціонування транспортних систем, в тому числі авіаційних;

– **ПРН10.** Досліджувати та вирішувати транспортні задачі з використанням оптимізаційних методів та моделей математичного моделювання;

– **ПРН11.** Уміння підготувати самостійне дисертаційне дослідження, що пропонує розв’язання актуального науково-технічного завдання в галузі транспорту.

Навчальна дисципліна «Математичні методи моделювання складних транспортних систем» дає можливість здобути такі *компетентності*:

– **ФК06.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері транспортних технологій (на повітряному транспорті), оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;

– **ФК08.** Здатність застосовувати відповідні математичні методи, моделі, комп'ютерні технології для розв’язання наукових задач та проблем складних завдань у сфері транспортних систем та технологій, в тому числі авіаційних;

– **ФК09.** Здатність до оптимізації техніко-економічних показників та синтезу нових функціональних можливостей сучасних транспортних систем в тому числі авіаційних.

1.3. Передумови вивчення навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Математичні методи моделювання складних транспортних систем» базується на знаннях таких дисциплін: «Філософія науки та інновацій», «Правове, економічне та інформаційне забезпечення наукових досліджень», «Проблематика транспортної науки, техніки і технології у спеціальності "Транспортні технології "», «Англійська мова наукового спрямування»,

«Інноваційні методи прийняття рішень в соціотехнічних та соціокультурних системах», «Когнітивні технології прогнозування стану соціотехнічних та соціокультурних систем», «Наукові основи теорії транспортних систем», «Методи оптимізації техніко-економічних показників функціонування транспортних комплексів», «Академічне письмо англійською мовою (English academic writing)», «Андрагогіка та інноваційні освітні технології вищої школи», «Фахова науково-педагогічна практика» та слугує основою для вивчення таких дисциплін: «Інформаційні технології управління науково-дослідницькими та інноваційними проектами», Дисертаційна робота доктора філософії.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Програма навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни складається з одного навчального модулю **№1 «Математичні методи моделювання складних транспортних систем»**, який є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни.

Модуль №1 «Математичні методи моделювання складних транспортних систем»

Інтегровані вимоги:

Знати методи аналізу, формалізації та моделювання складних транспортних систем; інтелектуальні методи обробки різнотипних даних складних транспортних систем.

Вміти застосовувати математичні методи моделювання транспортних процесів та об’єктів повітряного транспорту; обирати методи і засоби аналізу та моделювання даних відповідно до своїх завдань.

Тема 1. Сутність математичного моделювання.

Основні поняття про моделі та методи моделювання. Аналіз складових математичних моделей транспортних систем. Класифікація моделей. Типові методи моделювання інформаційних процесів в складних транспортних системах.

Тема 2. Етапи математичного моделювання.

Системний підхід до розроблення та аналізу моделі. Структура та параметри моделі. Етапи та узагальнена методика моделювання. Постановка задачі математичного моделювання. Аналіз, інтерпретація та перевірка результатів моделювання.

Тема 3. Нейронні мережі в моделюванні інформаційних процесів в складних транспортних системах.

Загальні положення теорії штучних нейронних мереж. Методи вивчення нейронних мереж. Моделі систем, що використовуються при нейромережевій ідентифікації. Нейронні мережі як універсальні моделі. Побудова прямої та інверсної нейронної моделі складної транспортної системи.

Тема 4. Імітаційне моделювання складних транспортних систем.

Сутність імітаційного моделювання об’єктів і систем . Методи аналізу, формалізації та імітаційного моделювання транспортних потоків. Три основні методи імітаційного моделювання. Приклади практичного застосування імітаційного моделювання. AnyLogis та інші програмні засоби імітаційного моделювання.

Тема 5. Застосування сучасних комп’ютерних системи моделювання для задач складних транспортних систем.

Пакети прикладних програм математичного моделювання транспортних систем. Функціональне моделювання процесів і систем транспортної логістики. ARIS та інші комп’ютерні системи моделювання. Верифікація та візуалізація результатів моделювання.

Тема 6. Інтелектуальні методи обробки різнотипних даних складних транспортних систем.

Співвідношення понять машинне навчання, штучний інтелект, data science та knowledge discovery. Задачі Data Mining в інтелектуальному аналізі даних. Основні задачи комп’ютерного навчання та етапи побудови моделей складних транспортних систем.

2.2. Тематичний план навчальної дисципліни

№ з/п	Тематика занять	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Очна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Практ./лабор. заняття (семінари)	СР	**Усього**	Лекції	Практ./лабор. заняття (семінари)	СР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль №1 «Математичні методи моделювання складних транспортних систем»									
1.1	Сутність математичного моделювання	**15**	2	2 2	9	**14**	1	1	12
1.2	Етапи математичного моделювання	**14**	2	2 2	8	**13**	1	-	12
1.3	Нейронні мережі в моделюванні інформаційних процесів в складних транспортних системах	**15**	2	2 2	9	**14**	1	1	12
1.4	Імітаційне моделювання складних транспортних систем	**10**	-	2	8	**13**	1	-	12
1.5	Застосування сучасних комп'ютерних системи моделювання для задач складних транспортних систем	**13**	2	2	9	**14**	1	1	12
1.6	Інтелектуальні методи обробки різнотипних даних складних транспортних систем	**12**	2	2	8	**14**	1	1	12
1.7	Модульна контрольна робота №1	**11**	-	2	9	**-**	-	-	-
1.8	Контрольна робота (домашня)	**-**	-	-	-	**8**	-	-	8
Усього за модулем №1		**90**	**10**	**20**	**60**	**90**	**6**	**4**	**80**
Усього за навчальною дисципліною		**90**	**10**	**20**	**60**	**90**	**6**	**4**	**80**

2.3. Самостійна робота аспірантів

1) Вивчення функцій та можливостей практичного застосування системи імітаційного моделювання AnyLogis.

2) Створення і моделювання нейронних мереж за допомогою прикладних програм NEURAL NETWORK TOOLBOX системи SIMULINK.

3) Знайомство з комп'ютерними системами для аналізу, обробки та моделювання даних.

Завдання 1) виконується з метою ознайомлення з процесами побудови імітаційних моделей транспортних потоків та об'єктів складних транспортних систем (аеропортів та ін.) та полягає у вивченні функціональних можливостей спеціалізованих програмних моделей системи AnyLogis та її використання для виконання даної роботи.

Завдання 2) виконується з метою ознайомлення з процесами моделювання нейронних мереж та полягає у вивченні функціональних можливостей комп'ютерної системи SIMULINK та її використанні для виконання даної роботи.

Завдання 3) виконується з метою ознайомлення з методами інтелектуальної обробки невпорядкованих та впорядкованих різнотипних даних сучасних транспортних систем інструментальними засобами сучасних комп'ютерних програм і систем аналізу даних.

Орієнтовна тематика рефератів / завдання для виконання контрольних робіт / перелік питань для підготовки до екзамену тощо розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доводяться до відома аспірантів.

При здійсненні самостійної роботи аспіранти мають керуватися відповідними методичними рекомендаціями кафедри.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

3.1. Методи навчання

При вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи моделювання складних транспортних систем» використовуються такі методи навчання:

– Студентоцентрований підхід у навчанні та проведенні наукових досліджень з урахуванням тем

дисертаційних робіт та наукових інтересів здобувачів вищої освіти (аспірантів).

– Синергетичне поєднання освітньої та наукової складових під час підготовки аспірантів.

– Проблемно-орієнтований стиль викладання.

– Використання матеріально-технічної бази університету та аудиторного фонду випускової кафедри.

3.2. Рекомендована література

3.2.1. Базова література

1) Давідіч Ю. О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних систем» (для магістрів усіх форм навчання спеціальності 275 – Транспортні технології) / Ю. О. Давідіч, Г. І. Фалецька; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 71 с.

2) Н. В. Богданова, О. В. Богданов, Математичне моделювання систем і процесів. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 85 с.

3) Continuing Aircraft Airworthiness (ICAO Doc 9760) : Self-study method guide . Part II . Application of the multi-optional functions entropy doctrine to assess the aircraft maintenance process improvements / compiler: A. V. Goncharenko. – K. : NAU, 2018. – 48 p. http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/35891

4) Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. К.: Книжкове вид-во НАУ, 2015. − 248 с.

5) Математичне моделювання систем і процесів: навч. посібник / П.М. Павленко, С.Ф. Філоненко, О.М. Чередніков, В.В.Трейтяк. – К.: НАУ, 2017. – 392 с.

6) Goncharenko A. V. Mathematical Methods for Optimizing Maintenance Processes. Lectures [video] / A. V. Goncharenko // National Aviation University. – 10 February, 2021. – 01:19:46 minutes. NAU Electronic Repository. – https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/46542, kbw-jqbr-zvh (2021-02-09 at 23_02 GMT-8).mp4.

7) Козаченко Д. М. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі: навч. посіб. для ВНЗ / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкін ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. В. Лазаряна. - Київ : ПрофКнига, 2019. – 277 с.

3.2.2. Допоміжна література

1) Соловйов В.М., Сердюк О.А., Данильчук Г.Б. Моделювання складних систем: Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. Черкаси: Брама-Черкаси, 2016. – 134 с.

2) Математичне моделювання в розподілених інформаційно-керуючих системах залізничного транспорту: монографія / С.В. Лістровий, С.В. Панченко, В.І. Мойсеєнко, В.М. Бутенко. – Х.: ФОП Бровін О. В., 2017. – 220 с.

3) Системологія на транспорті: Підручник: У 5 кн. / За заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. К.: Знання України, 2005 – Кн. 1: Основи теорії систем і управління – 344с.

4) Continuing Aircraft Airworthiness (ICAO Doc 9760) : Self-study method guide . Part I . Reliability measures to assess the aircraft maintenance process improvements / compiler: A. V. Goncharenko. – K. : NAU, 2018. – 48 p. http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/35890

5) Continuing Aircraft Airworthiness (ICAO Doc 9760) : Term paper method guide / compiler: A. V. Goncharenko. – K. : NAU, 2018. – 48 p. http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/35889

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

1) EdEra – студія онлайн-освіти URL: https://www.ed-era.com/ (дата звернення 27.07.2020)

2) ITU's approach to digital inclusion of all, 2020. URL:https://etradeforall.org/itus-approach-to-digital-inclusion-of-all/ (дата звернення 06.06.2020)

3) Gartner Glossary. Information Technology Glossary, (останнє оновлення 2020). URL: https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary (дата звернення 16.06.2020)

4) Digital Inclusion, 2019. URL:https://intgovwiki.org/w/index.php/ Digital_Inclusion (дата звернення 15.07.2020)

5) Topics in Physics Chaos and TimeSeries Analysis URL: http://sprott.physics.wisc.edu/phys505/

6) Complexity, Complex Systems & Chaos Theory Organizations as Self-Adaptive Complex Systems URL: http://www.brint.com/Systems.htm

7) Український інститут науково-технічної та економічної інформації. – Режим доступу: www.uintei.kiev.ua

4. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

4.1. Засоби оцінювання результатів навчальної діяльності

Діагностика навчальних досягнень аспірантів здійснюється шляхом обов'язкового виконання аспірантами таких видів начальної діяльності:

– Поточний контроль здійснюється шляхом оцінки роботи здобувача на контактних заняттях, підготовлених наукових статей, виступів на наукових конференціях та інших публічних заходах, виконання науково-дослідницьких завдань тощо.

– Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену або заліку з урахуванням накопичених балів поточного контролю

4.2. Форми контролю результатів навчання та їх оцінювання

4.2.1. Оцінювання навчальної роботи аспіранта здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної діяльності	Максимальна кількість балів	
	Очна форма навчання	Заочна форма навчання
Модуль №1 «Математичні методи моделювання складних транспортних систем»		
Виконання завдань на практичних/лабор. заняттях (на знання теоретичного матеріалу, розв’язання задач) 10б. х 6 занять	60 (сумарна)	48 (сумарна)
Модульна контрольна робота №1	20	-
Контрольна робота (домашня)	-	12
Поточна модульна оцінка №1	80	60
Всього за модулем №1	**80**	**60**
Екзамен	**20**	**40**
Підсумкова рейтингова оцінка	**100**	

4.2.2. Переведення підсумкової рейтингової оцінки в балах в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS здійснюється відповідно до табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Відповідність підсумкової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	**Оцінка за національною шкалою**	**Оцінка за шкалою ECTS**	
		Оцінка	**Пояснення**
90-100	**Відмінно**	**A**	**Відмінно** (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	**Добре**	**B**	**Дуже добре** (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		**C**	**Добре** (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	**Задовільно**	**D**	**Задовільно** (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		**E**	**Достатньо** (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	**Незадовільно**	**FX**	**Незадовільно** (з можливістю повторного складання)

1-34		**F**	**Незадовільно** (з обов'язковим повторним курсом)

4.2.3. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, індивідуального навчального плану аспіранта та до академічної довідки про виконання освітньо-наукової програми.

4.3. Критерії оцінювання досягнень аспірантів.

4.3.1. Критерієм успішного проходження аспірантом оцінювання є досягнення ним мінімальних рівнів оцінок за кожним запланованим видом навчальної діяльності.

Виконані види навчальної роботи зараховуються аспіранту, якщо він отримав за них позитивну оцінку (за національною шкалою) відповідно до даних табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи в балах оцінкам за національною шкалою

Рейтингова оцінка в балах						**Оцінка за національною шкалою**
Виконання завдань на практичних/лабор. заняттях		**Поточна модульна оцінка**		**Контрольна робота (домашня)**	**Контрольна модульна оцінка**	
Очна форма навчання	Заочна форма навчання	Очна форма навчання	Заочна форма навчання			
54-60	43-48	72-80	54-60	11-12	18-20	Відмінно
45-53	36-42	60-71	45-53	9-10	15-17	Добре
36-44	29-35	48-59	36-44	7-8	12-14	Задовільно
менше 36	менше 29	менше 48	менше 36	менше 7	менше 12	Незадовільно

4.3.2. Аспірант допускається до виконання модульної контрольної роботи за умови наявності у нього поточної модульної рейтингової оцінки величиною не менше 60% максимальної поточної модульної рейтингової оцінки.

Слід мати на увазі, що отримання аспірантом лише мінімальних оцінок за виконання окремих видів навчальної роботи з певного модуля може виявитися недостатнім для отримання допуску до виконання модульної контрольної роботи та потребуватиме виконання ним додаткового індивідуального завдання, захистити його з позитивною оцінкою в балах, яка буде додана до поточної модульної рейтингової оцінки.

4.3.3. До екзамену аспірант допускається за умови отримання позитивних (за національною шкалою) контрольних модульних рейтингових оцінок.

У разі отримання незадовільних контрольної модульної чи екзаменаційної рейтингових оцінок аспірант повинен повторно пройти відповідний контроль в установленому порядку. При повторному його проходженні максимальна величина рейтингової оцінки в балах не повинна перевищувати максимальне значення оцінки «Добре» за національною шкалою.

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайом-лення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульо-ваного			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				