(Ф 03.02 – 101)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Навчально-науковий інститут Аеронавігації
Кафедра систем управління літальних апаратів

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної та
виховної роботи
_____Т.Іванова
«_____»_____ 2017 р.

Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни
«Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів»

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»
Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Спеціалізація: «Автоматика та автоматизація на транспорті»
Спеціалізація: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»
Спеціалізація: «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика»

Курс – 1 Семестр – 1

Лекції – 17 Екзамен – 1 семестр
Практичні заняття – 17
Самостійна робота – 71
Усього (годин/кредитів ECTS) – 105/3.5

Розрахунково-графічна робота (1) – 1 семестр

Індекс РМ –1–14 –14–151/17– 2.1.2

СМЯ НАУ РП 22.01.08 –01 – 2017

Робочу програму навчальної дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів» розроблено на основі освітньої програми та робочого навчального плану № РМ-1-14-14-151/17 підготовки фахівців освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» спеціалізацією «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика», та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:
професор кафедри систем управління
літальних апаратів, к.т.н., с.н.с. Л.С. Житецький

доцент кафедри систем управління
літальних апаратів, к.т.н., доц. Н.В. Білак

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (спеціалізації «Комп'ютеризовані системи управління та автоматика») – кафедри систем управління літальних апаратів, протокол № ___ від «___»_____2017р.

Завідувач кафедри _____ М.Азарсков

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (спеціалізації «Автоматика та автоматизація на транспорті») – кафедри автоматизації та енергоменеджменту, протокол №___від «___»_____2017р.

Завідувач кафедри _____ В. Захарченко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (спеціалізації «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва») – кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів , протокол № ___ від «___»_____2017р.

Завідувач кафедри _____ В. Синєглазов

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради навчально-наукового інституту Аеронавігації, протокол №___ від «___» _____ 2017 р.

Голова НМРР _____ Креденцар С.

УЗГОДЖЕНО
Директор НН ІАН
_____ І. Мачалін
«___»_____ 2017р.

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

ЗМІСТ

стор.

Вступ 4
1. Пояснювальна записка 4
1.1 Заплановані результати 5
1.2. Програма навчальної дисципліни 4
2. Зміст навчальної дисципліни 6
2.1. Структура навчальної дисципліни 6
2.2. Лекційні заняття, їх тематика і обсяг 7
2.3. Практичні заняття, їх тематика і обсяг 8
2.4. Самостійна робота студента, її зміст та обсяг 9
2.4.1. Розрахунково-графічна робота 9
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни 9
3.1. Методи навчання 9
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) 9
3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті 10
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь 10

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни», затверджених розпорядженням № 106/роз, від «13_» __07_____2017р. та відповідних нормативних документів.

1. Пояснювальна записка

1.1. Заплановані результати

Місце даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця.

Дана дисципліна дає теоретичні основи сукупності знань та вмінь, що формують фахівця як інженера в області інформаційних управляючих систем та технологій.

Знання, одержані при вивченні цієї дисципліни, мають сприяти розвитку творчого підходу студентів до вивчення та удосконалення складних інформаційно-керуючих комплексів, побудованих на основі застосування сучасної обчислювальної техніки та математичного забезпечення.

Основна **мета** викладення дисципліни є формування у студентів знань сучасних методичних основ побудови моделей процесів і систем в авіаційній техніці, інструментальних засобів математичного моделювання таких систем, розкриття сучасних наукових концепцій, понять та математичних методів оптимізації, надання студентам необхідного обсягу теоретичних знань практичних навичок в галузі математичного моделювання та оптимізації складних систем і процесів на основі широкого застосування засобів сучасної обчислювальної техніки.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення студентами методики розробки математичних моделей для наукових та інженерних досліджень ;
- вивчення основних математичних методів моделювання процесів і систем;
- засвоєння основних понять математичного та функціонального аналізу;
- вивчення основних математичних методів безумовної та умовної оптимізації.

Програмні компетентності, які повинен набути студент в результаті вивчення навчальної дисципліни:

- складати математичний опис моделей та систем;
- проводити математичне моделювання;
- оцінювати параметри моделей за експериментальними даними;
- вирішувати певні прикладні задачі оптимізації, зводити їх до типових;
- вирувати задачі синтезу систем управління, оптимальних за швидкодією.

Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів» та дисципліни «Статистичне моделювання складних систем», «Статистична динамка систем управління», «Системи управління літальними апаратами» доповнюють одна одну, також є базою для вивчення таких дисциплін, як: «Методологія конструювання динамічних систем», «Технології системного управління організаціями», «Експериментальні випробування та дослідження систем» та інших.

1.2. Програма навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з одного навчального модуля, а саме:

– навчального **модуля №1 «Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів»,** який є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Модуль №1 «Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів»

Тема 1. Поняття моделювання.

Схожість об'єктів. Поняття оригіналу й моделі. Приклади моделей. Поняття моделювання. Процес моделювання та необхідна послідовність етапів цього процесу. Причини, що примушують проводити моделювання.

Тема 2. Математичні моделі та їх види.

Математичний опис. Види математичного опису. Повнота математичного опису. Відмінність математичної моделі від її математичного опису. Види математичних моделей. Поняття «математична модель у вузькому смислі» - подібна детермінована математична модель.

Тема 3. Задачі ідентифікації.

Задача ідентифікації при побудові математичної моделі. Приклад ідентифікації математичної моделі розбігу літака АН-2 при в зльоті. Методи розв'язку задач ідентифікації.

Тема 4. Класична задача оптимізації.

Поняття стаціонарної критичної точки. Необхідні та достатні умови існування безумовного екстремуму. Умовний екстремум функцій.

Тема 5. Чисельні методи одномірної оптимізації нульового порядку.

Постановка задачі та стратегія пошуку методів нульового порядку. Поняття унімодальної функції. Методи ділення інтервалу навпіл, метод Фібоначчі, метод золотого перетину.

Тема 6. Чисельні методи безумовної оптимізації першого порядку.

Поняття ітераційного процесу. Постановка задачі та стратегія пошуку методів першого порядку Основні методи, що належать до методів першого

порядку: метод градієнтного спуску, найшвидший метод градієнтного спуску та метод покоординатного спуску.

Тема 7. Чисельні методи безумовної оптимізації другого порядку.

Постановка задачі та стратегія пошуку методів другого порядку. Основні методи, що належать до методів другого порядку: метод Ньютона та метод Ньютона-Рафсона. Збіжність ітераційних алгоритмів оптимізації. Постановка задачі та стратегія пошуку методів послідовної умовної оптимізації.

Тема 8. Методи лінійного програмування.

Загальна задача лінійного програмування (ЛП). Приклади задач, що розв'язуються методами ЛП. Постановка задачі ЛП у стандартній формі. Симплексний метод розв'язання задачі. Алгоритм побудови симплекс-методу.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Структура навчальної дисципліни

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)			
		Усього	Лекції	Практичні заняття	СРС
1	2	3	4	5	6
1 семестр					
Модуль №1 «Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів»					
1.1	Поняття моделювання	10	2	2	6
1.2	Математичний опис	10	2	2	6
1.3	Задачі ідентифікації	10	2	2	6
1.4	Класична задача оптимізації	11	2	2	7
1.5	Чисельні методи одномірної оптимізації нульового порядку	12	2	2	8
1.6	Чисельні методи безумовної оптимізації першого порядку	12	2	2	8
1.7	Чисельні методи безумовної оптимізації другого порядку	12	2	2	8
1.8	Методи лінійного програмування	15	2	3	10
1.9	Виконання розрахунково-графічної роботи	10	-	-	10
1.10	Модульна контрольна робота №1	3	1	-	2
Усього за модулем №1		**105**	**17**	**17**	**71**
Усього за 1 семестр		**105**	**17**	**17**	**71**
Усього за навчальною дисципліною		**105**	**17**	**17**	**71**

2.2. Лекційні заняття, їх тематика і обсяг

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)	
		Лекції	СРС
1	2	3	4
1 семестр			
Модуль №1 «Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів»			
1.1	Поняття моделювання. Схожість об’єктів. Поняття оригіналу й моделі. Приклади моделей. Поняття моделювання. Процес моделювання та необхідна послідовність етапів цього процесу. Причини, що примушують проводити моделювання.	2	3
1.2	Математичний опис. Види математичного опису. Повнота математичного опису. Відмінність математичної моделі від її математичного опису. Види математичних моделей.	2	3
1.3	Задачі ідентифікації. Задача ідентифікації при побудові математичної моделі. Приклад ідентифікації математичної моделі розбігу літака АН-2 при в зльоті. Методи розв’язку задач ідентифікації.	2	3
1.4	Поняття стаціонарної та критичної точок. Необхідні та достатні умови існування безумовного екстремуму. Умовний екстремум функцій.	2	3
1.5	Постановка задачі та стратегія пошуку методів нульового порядку. Поняття унімодальної функції. Методи ділення інтервалу навпіл, метод Фібоначчі, метод золотого перетину.	2	4
1.6	Поняття ітераційного процесу. Постановка задачі та стратегія пошуку методів першого порядку Основні методи, що належать до методів першого порядку: метод градієнтного спуску, найшвидший метод градієнтного спуску та метод покоординатного спуску.	2	4
1.7	Постановка задачі та стратегія пошуку методів другого порядку. Основні методи, що належать до методів другого порядку: метод Ньютона та метод Ньютона-Рафсона. Збіжність ітераційних алгоритмів оптимізації. Постановка задачі та стратегія пошуку методів послідовної умовної оптимізації.	2	4
1.8	Загальна задача лінійного програмування (ЛП). Приклади задач, що розв’язуються методами ЛП. Постановка задачі ЛП у стандартній формі. Симплексний метод розв’язання задачі. Алгоритм побудови симплекс-методу.	2	4
1.9	Модульна контрольна робота №1	1	2
Усього за модулем №1		**17**	**30**
Усього за 1 семестр		**17**	**30**
Усього за навчальною дисципліною		**17**	**30**

2.3. Практичні заняття, їх тематика і обсяг

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)	
		Практ. заняття	СРС
1	2	3	4
1 семестр			
Модуль №1 «Математичне моделювання та оптимізація систем та процесів»			
1.1	Складання математичної моделі типового об’єкту авіаційної техніки та проведення обчислювального експерименту на детермінованій моделі. Аналіз отриманих результатів та їх інтерпретація.	2	3
1.2	Проведення обчислювального експерименту на математичній моделі випадкового процесу. Перевірка адекватності моделі. Аналіз отриманих результатів та їх інтерпретація.	2	3
1.3	Розв’язання задачі ідентифікації математичної моделі на прикладі моделі розбігу літака АН-2 при зльоті з використанням класичного методу найменших квадратів	2	3
1.4	Розв’язання оптимізаційних задач з використанням класичних аналітичних методів. Аналіз можливості цих методів	2	4
1.5	Розв’язання задач одномірної оптимізації з використанням чисельних методів. Аналіз збіжності обчислювальних алгоритмів.	2	4
1.6	Розв’язання оптимізаційних задач з використанням чисельних методів першого порядку. Аналіз збіжності обчислювальних алгоритмів.	2	4
1.7	Розв’язання оптимізаційних задач з використанням числових методів другого порядку. Аналіз збіжності обчислювальних алгоритмів	2	4
1.8-1.9	Дослідження симплекс-методу лінійного програмування. Розв’язання оптимізаційної задачі ЛП. Аналіз отриманих результатів	2 1	4 2
Усього за модулем №1		**17**	**31**
Усього за 1 семестр		**17**	**31**
Усього за навчальною дисципліною		**17**	**31**

2.4. Самостійна робота студента, її зміст та обсяг

№ пор.	Зміст самостійної роботи студента	Обсяг СРС (годин)
1	2	3
1 семестр		
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	28
2.	Підготовка до практичних занять	31
3.	Виконання та захист розрахунково-графічної роботи	10
4.	Підготовка до модульної контрольної роботи №1	2
Усього за навчальною дисципліною		**71**

2.4.1 Розрахунково-графічна робота

Розрахунково-графічна робота (РГР) виконується у першому семестрі з метою закріплення та поглиблення знань та вмінь студента щодо побудови математичних моделей об'єктів, зокрема літальних апаратів, математичного моделювання систем керування такими об'єктами та оптимізації параметрів цих систем на основі одного з ітераційних алгоритмів оптимізації.

Розрахунково-графічна робота складається з двох частин. Конкретна мета першої частини РГР: навчитись складати моделі систем управління бічним та повздовжнім рухами літальних апаратів з використанням сучасних засобів комп'ютерної техніки, зокрема засобів SIMULINK, визначати динамічні характеристики цих систем шляхом проведення модельних експериментів і порівнювати отримані результати з результат атами проведених розрахунків.

Друга частина РГР полягає в розробці ітераційних алгоритмів для чисельного пошуку екстремального значення певної функції з заданою точністю, побудові процесів послідовного пошуку екстремуму з використанням сучасних засобів комп'ютерної техніки.

Час, потрібний для виконання РГР, – до 10 годин самостійної роботи.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів застосовуються такі навчальні технології як робота в малих групах, семінари-дискусії, презентації.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Богомолов А.Н. Основы математического моделирования — М.: Физический факультет МГУ им. Ломоносова, 2002. – 137 с.

3.2.2. Кубланов М.С. Математическое моделирование. Методология и методы разработки математических моделей механических систем и процессов: Учебное пособие. Часть II. Третье издание. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 125 I с.

3.2.3. Кубланов М.С. Математическое моделирование. Методология и методы

разработки математических моделей механических систем и процессов: Учебное пособие. Часть I. Третье издание. – М.: МГТУ ГА, 2004. – 108 с.3.1.4. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування. – Дніпропетровськ: НГУ, 2003. – 230 с.

3.2.4.Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. М.; Высш. шк, 2002, 544 с.

3.2.5. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. – М.: Радио и связь, 2000, 128 с.

Допоміжна література

3.2.6. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. –М.: Наука, 1986., 325 с.

3.2.7. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 2000, 396 с.

3.2.8. Карманов В.Г. Математическое программирование. – М.: Наука, 2000, 272 с.

3.2.9. Азарсков В.Н., Блохин Л.Н., Житецкий Л.С., Куссуль Н.Н. Робастные методы оценивания, идентификации и адаптивного управления. – К.: НАУ. – 2004. – 500с.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1. НМК по даній дисципліні знаходиться в ауд. 5.513.

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Методи контролю та схема нарахування балів.

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

1 семестр		
Модуль №1		Max кількість балів
Вид навчальної роботи	Max кількість балів	
Виконання та захист завдання практичних занять 5б.х8	40 (сумарна)	
Виконання завдань на знання теоретичного матеріалу	8	
Виконання та захист розрахунково-графічної роботи	10	
Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше 17 балів		
Виконання модульної контрольної роботи №1	30	
Усього за модулем №1	**88**	
Семестровий екзамен		**12**
Усього за 1 семестр		**100**

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

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

Оцінка в балах				Оцінка за національною шкалою
Виконання та захист завдання практичних занять	Виконання завдань на знання теоретичного матеріалу	Виконання та захист розрахунково-графічної роботи	Виконання модульної контрольної роботи	
5	8	9–10	27-30	Відмінно
4	6-7	8	23-26	Добре
3	5	6–7	18-22	Задовільно
менше 3	менше 5	Менше 6	менше 18	Незадовільно

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку (табл.4.3), яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

Таблиця 4.3

Відповідність підсумкової модульної рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою

Модуль №1	Оцінка за національною шкалою
79–88	Відмінно
66–78	Добре
53–65	Задовільно
менше 53	Незадовільно

4.5. Підсумкова модульна рейтингова оцінка у балах становить підсумкову семестрову модульну рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінку за національною шкалою (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Відповідність підсумкової семестрової модульної рейтингової оцінки у балах оцінці за національною шкалою

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою
79–88	Відмінно
66–78	Добре
53–65	Задовільно
менше 53	Незадовільно

Таблиця 4.5

Відповідність екзаменаційної рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою
11–12	Відмінно
9–10	Добре
7–8	Задовільно
менше 7	Незадовільно

4.6. Сума підсумкової семестрової модульної та залікової рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Відповідність підсумкової семестрової 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)

4.7. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

4.8. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: ***92/Відм./A, 87/Добре/B, 79/Добре/C, 68/Задов./D, 65/Задов./E*** тощо.

4.9. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

(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 зміни	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				