	Силабус навчальної дисципліни **«Математичні методи оптимізації процесів технічного обслуговування повітряних суден і авіадвигунів»** **Освітньо-професійної програми «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»** **Галузь знань: 27 «Транспорт»** **Спеціальність: 272 «Авіаційний транспорт»**
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень вищої освіти
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна *вибіркового компонента фахового переліку (рекомендована)*
Курс	1
Семестр	1
Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС/години	4,0 кредити / 120 годин
Мова викладання	Українська, англійська
Що буде вивчатися (предмет вивчення)	Основні принципи моделювання систем масового обслуговування та математичні методі оптимізації процесів технічного обслуговування (ТО) повітряних суден (ПС) та авіадвигунів.
Чому це цікаво/ треба вивчати (мета)	Метою викладення дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій застосування систем масового обслуговування для забезпечення процесів ТО ПС.
Чому можна навчитися (результати навчання)	ПРН 01. Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері авіаційного транспорту і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень. Застосовувати сучасні методи наукових досліджень, організації та планування експерименту, цифрові технології, методи аналізу даних для розв'язання складних задач авіаційного транспорту. ПРН 02. Розв'язувати складні задачі створення, експлуатації, утримання, ремонту та утилізації об'єктів авіаційного транспорту, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, екологією та економікою. ПРН 04. Розробляти та реалізовувати нові технічні рішення та застосовувати нові технології. ПРН 05. Застосовувати у професійній діяльності універсальні і спеціалізовані системи управління життєвим циклом (PLM), автоматизованого проектування (CAD), виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE). ПРН 07. Організувати та керувати роботою первинного виробничого, проектного або дослідницького підрозділу у сфері авіаційного транспорту, оцінювати ефективність і результативність діяльності персоналу і підрозділу. ПРН 08. Розробляти та аналізувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі, що стосуються створення, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту об'єктів авіаційного транспорту. ПРН 11. Виконувати техніко-економічні розрахунки, порівняння та обґрунтування проектів виробництва, ремонту, реновації, експлуатації, технічного обслуговування об'єктів авіаційного транспорту відповідно до спеціалізації. ПРН 12. Приймати ефективні рішення з питань авіаційного транспорту, у тому числі у складних і непередбачуваних умовах; прогнозувати його розвиток; визначати фактори, що впливають на досягнення поставлених цілей; аналізувати і порівнювати альтернативи; оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень. ПРН 15. Визначати властивості та характеристики, розраховувати параметри об'єктів авіаційного транспорту. ПРН 16. Розробляти та оптимізувати параметри об'єктів і систем авіаційного транспорту та технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем об'єктів авіаційного транспорту. ПРН 17. Забезпечувати технічне обслуговування й ремонт повітряних суден та їх компонентів.

	ПРН 18. Розробляти організаційно-технічну, нормативно-технічну документації з технічного обслуговування та ремонту повітряних суден і авіадвигунів. ПРН 19. Розробляти моделі, які дозволяють прогнозувати зміну технічного стану повітряних суден та їх компонентів, відслідковувати параметри ефективності її технічної експлуатації на базі сучасних аналітичних методів і складних моделей.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	ІК. Здатність розв'язувати складні задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері авіаційного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов. ЗК 03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК 04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. ЗК 05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК 07. Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК 09. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. ФК 01. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проекти в сфері авіаційного транспорту. ФК 02. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних міждисциплінарних проблем на авіаційному транспорті. ФК 05. Здатність управляти технологічними процесами у сфері авіаційного транспорту, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів. ФК 06. Здатність впроваджувати сучасні технології, досліджувати, аналізувати та вдосконалювати технологічні процеси авіаційного транспорту. ФК 10. Здатність розробляти моделі, які дозволяють прогнозувати зміну технічного стану повітряних суден та їх компонентів, відслідковувати параметри ефективності її їх експлуатації на базі сучасних аналітичних методів і складних моделей. ФК 11. Здатність до розробки організаційно-технічної, нормативно-технічної документації з технічного обслуговування та ремонту повітряних суден і авіадвигунів.
Навчальна логістика	**Зміст дисципліни:** Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме: Модуль № 1 «Теоретичні аспекти оптимізації» та Модуль № 2 «Прикладні аспекти оптимізації у застосовувані до проблем ТО ПС та авіадвигунів. Модуль № 1 «Теоретичні аспекти оптимізації» Тема 1.1. Методи оптимізації. Основна концепція оптимізації. Оптимізація функції. Основні терміни, поняття та визначення. Типи оптимуму, екстремуму, мінімуму та максимуму цільової функції. Тема 1.2. Умови існування екстремуму та умовна оптимізація. Необхідні умови існування екстремуму. Достатні умови існування екстремуму. Функція декількох змінних. Проблеми з обмеженнями. Умовна та безумовна оптимізація. Тема 1.3. Класифікація методів оптимізації. Непрямі методи оптимізації. Прямі методи оптимізації. Методи спуску. Детерміновані методи пошуку мінімуму. Випадковий пошук мінімуму. Порядок методів мінімізації. Чисельні методи. Метод найшвидшого спуску. Метод Ньютона (метод дотичних ліній). Лінійне програмування. Транспортна задача. Класичні методи аналізу функцій. Метод множників Лагранжа. Тема 1.4. Теорія масового обслуговування. Основні поняття теорії масового обслуговування. Система масового обслуговування (СМО). Класифікація систем масового обслуговування. Випадкові процеси. Графи станів. Марківські процеси. Потоки подій. Тема 1.5. Моделювання СМО. Структура систем масового обслуговування. Вхідний потік вимог або заявок на обслуговування. Структура системи обслуговування. Тема 1.6. Компоненти та класифікація моделей масового обслуговування. Механізм обслуговування. Час обслуговування заявки. Канали обслуговування. Одноканальні системи. Багатоканальні системи.

	Модуль № 2 «Прикладні аспекти оптимізації у застосовувані до проблемТО ПС та авіадвигунів» Тема 2.1. Показники СМО. Одноканальна СМО з очікуванням. Багатоканальна модель з пуассонівським вхідним потоком та експоненційним розподілом тривалості обслуговування. Моделі з n-обслуговуючими каналами. Тема 2.2. Модель оптимізації ТО парку ПС. Модель замкнутої СМО. Коефіцієнт простою об'єкта, що обслуговується в черзі. Коефіцієнт використання об'єктів. Коефіцієнт простою обслуговуючих каналів. Час очікування на обслуговування. Оптимізація діяльності авіакомпанії в умовах пандемії коронавірусу. **Види занять:** лекції, лабораторні роботи, реферати, домашнє завдання **Методи навчання:** метод проблемного викладу, семінар-дискусія та дебати; дослідницький метод, інтерактивні методи навчання. **Форми навчання:** Очна, заочна, дистанційна.
Пререквізити	Навчальна дисципліна «Математичні методи оптимізації процесів технічного обслуговування повітряних суден і авіадвигунів» базується на знаннях таких дисциплін, як: “Вища математика”, “Надійність авіаційної техніки”, “Підтримання льотної придатності повітряних суден (ICAO 9760)”, “Математичні методи моделювання систем та процесів”, “Методологія прикладних досліджень у сфері авіаційного транспорту”, та є базою для вивчення подальших дисциплін, а саме: “Методологія прикладних досліджень у сфері авіаційного транспорту”, “Підтримання льотної придатності повітряних суден (ICAO 9760)”, “Міжнародне та державне регулювання льотної придатності повітряних суден” та випускової кваліфікаційної роботи.
Пореквізити	є базою для вивчення таких дисциплін як “Методологія прикладних досліджень у сфері авіаційного транспорту”, “Підтримання льотної придатності повітряних суден (ICAO 9760)”, “Інформаційні технології забезпечення процесів технічного обслуговування авіаційної техніки”, “Міжнародне та державне регулювання льотної придатності повітряних суден”, заключної випускної кваліфікаційної роботи.
Інформаційне забезпечення з репозитарію та фонду НТБ НАУ	1. В. М. Деміна. Моделювання систем масового обслуговування. Конспект лекцій. – Харків. – 2018. – 44 с. 2. В.Б. Толубко, А.Д. Кожухівський. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування. Навчальний посібник. Міністерство освіти і науки України. Державний університет телекомунікацій. – 2018. – 175 с. 3. Є. А. Лавров, Л. П. Перхун. Математичні методи дослідження операцій. Підручник. Сумський державний університет. – 2019. – 212 с. **Репозитарій НАУ** https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/9098
Локація та матеріально-технічне забезпечення	11 корпус, аудиторії теоретичного навчання (відповідно до розкладу занять). Обладнання: мультимедійне обладнання, комп’ютери з доступом до Інтернету. Технології дистанційного навчання: платформи Google Classroom Google Meet
Семестровий контроль, екзаменаційна методика	усне опитування, модульна контрольна робота, диференційний залік
Кафедра	Підтримання льотної придатності повітряних суден
Факультет	Аерокосмічний факультет
Викладач	 **ХІМКО АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ** **Посада**: доцент кафедри **Науковий ступінь**: кандидат технічних наук **Вчений ступінь**: доцент **Профайл викладача**: http://aki.nau.edu.ua/kadr_sklad_zlp/ Тел.: 044 406 72 58 **E-mail**: корпоративний: andrii.khimko@npp.nau.edu.ua **Робоче місце**: корпус 2, ауд. 103

Оригінальність навчальної дисципліни	Авторський курс, ґрунтується на сучасних тенденціях використання теорії масового обслуговування та математичних моделей оптимізації для підтримки льотної придатності повітряних суден.
Лінк на дисципліну	Після формування групи здобувачів створюється кабінет в Google Classroom з необхідними матеріалами для навчання

For studying in English

	Syllabus of academic discipline **«Mathematical Methods of Optimization the Maintenance of Aircraft and Aircraft Engines»** **Educational and professional program "Maintenance and Repair of Aircraft and Aircraft Engines"** **Field of Study: 27 «Transport»** **Specialty: 272 "Aviation Transport"**
Level of higher education	The second (master's) level of higher education
Discipline status	Academic discipline of the *selective component of the professional list (recommended)*
Course	1
Semester	1
The scope of discipline, ECTS credits/hours	4,0 credits / 120 hours
Language of instruction	Ukrainian, English
What will be studied (subject of study)	Basic principles of queuing systems modeling and mathematical method for optimizing aircraft and aircraft engine maintenance processes.
Why it is interesting/should be studied (goal)	The purpose of teaching the discipline is the disclosure of modern scientific concepts, concepts, methods and technologies of using queuing systems to ensure aircraft maintenance processes.
What can be learned (learning outcomes)	PLO 01. Specialized conceptual knowledge, including modern scientific achievements in the field of air transport and is the basis for original thinking and research. Apply modern methods of scientific research, organization and planning of experiments, digital technologies, methods of data analysis to solve complex problems of air transport. PLO 02. To solve complex problems of creation, operation, maintenance, repair and utilization of air transport facilities, including on the border with related industries, engineering, physics, ecology and economics. PLO 04. Develop and implement new technical solutions and apply new technologies. PLO 05. Apply universal and specialized life cycle management, computer-aided design, production and engineering research systems in professional activities. PLO 07. Organize and manage the work of the primary production, design or research unit in the field of air transport, evaluate the effectiveness and effectiveness of the activities of personnel and the unit. PLO 08. Develop and analyze physical, mathematical and computer models related to the creation, operation, maintenance and repair of air transport facilities. PLO 11. Perform feasibility studies, comparison and justification of projects for production, repair, renovation, operation, maintenance of air transport facilities in accordance with specialization. PLO 12. Make effective decisions on air transport, including in difficult and unpredictable conditions; predict its development; determine the factors influencing the achievement of goals; analyze and compare alternatives; assess the risks and likely consequences of decisions. PLO 15. Determine properties and characteristics, calculate the parameters of air transport objects. PLO 16. Develop and optimize parameters of objects and systems of air transport and technological processes, including the use of computer-aided design of production of units, assemblies and systems of air transport objects. PLO 17. Provide maintenance and repair of aircraft and their components. PLO 18. Develop organizational, technical, regulatory and technical documentation for maintenance and repair of aircraft and aircraft engines.

	PLO 19. Develop models that allow predicting changes in the technical condition of aircraft and their components, tracking the parameters of the efficiency of its technical operation on the basis of modern analytical methods and complex models.
How can I use the acquired knowledge and skills (competencies)	IC. Ability to solve complex research and/or innovative problems in the field of air transport or in the process of further education using the provisions, theories and methods of natural, technical, informational and socio-economic sciences, characterized by complexity and uncertainty of conditions. GC 03. Skills in the use of information and communication technologies. GC 04. Ability to conduct research at the appropriate level. GC 05. Ability to search, process and analyze information from various sources. GC 07. Ability to make informed decisions. GC 09. Ability to evaluate and ensure the quality of work performed PC 01. Ability to develop and implement scientific and applied projects in the field of air transport. PC 02. Ability to apply a systematic approach to solving engineering interdisciplinary problems in air transport. PC 05. Ability to manage technological processes in the field of air transport, which are complex, unpredictable and require new strategic approaches. PC 06. Ability to implement modern technologies, research, analyze and improve technological processes of air transport. PC 10. Ability to develop models that allow predicting changes in the technical condition of aircraft and their components, tracking the parameters of the effectiveness of their operation on the basis of modern analytical methods and complex models. PC 11. Ability to develop organizational, technical, regulatory and technical documentation for maintenance and repair of aircraft and aircraft engines.
Educational logistics	**Contents of the course:** The educational material of the discipline is structured according to the modular principle and consists of two training modules, namely: Modul № 1 "Theoretical aspects of optimization", Modul № 2 "Applied aspects of optimization applied to the problems of maintenance of aircraft and aircraft engines. Module № 1 "Theoretical aspects of optimization". Topic 1.1. Optimization methods. The basic concept of optimization. Function optimization. Basic terms, concepts and definitions. Types of optimum, extremum, minimum, and maximum of the objective function. Topic 1.2. Conditions of existence of extremum and conditional optimization. The necessary conditions for the existence of extremum. Sufficient conditions for the existence of extreme. Function of several variables. Problems with restrictions. Conditional and unconditional optimization. Topic 1.3. Classification of optimization methods. Indirect optimization methods. Direct optimization methods. Descent methods. Deterministic methods for finding the minimum. Random search for the minimum. The order of minimization methods. Numerical methods. The method of the fastest descent. Newton's method (method of tangent lines). Linear programming. Transport task. Classical methods of analyzing functions. Lagrange multiplier method. Topic 1.4. Queuing theory. Basic concepts of queuing theory. Queuing system. Classification of queuing systems. Stochastic processes. State graphs. Markov processes. Event streams. Theme 1.5. Modeling of queuing systems. The structure of queuing systems. Incoming stream of requirements or service requests. Service system structure. Theme 1.6. Components and classification of queuing models. Service mechanism. Application service time. Service channels. Single-channel systems. Multichannel systems. Module № 2 "Applied aspects of optimization applied to aircraft and aircraft engine maintenance problems" Topic 2.1. Queuing systems indicators. Single-channel with waiting. Multichannel model with Poisson input flow and exponential distribution of service duration. Models with n-service channels. Topic 2.2. Aircraft fleet maintenance optimization model. Closed queuing system model. Downtime ratio of the object served in the queue. The utilization rate of objects.

	Downtime factor of service channels. Waiting time for service. Optimization of the airline's activities in the context of the coronavirus pandemic. **Types of classes:** lections, laboratory works, essays, homework **Teaching methods:** method of problem presentation, seminar-discussion and debate; research method, interactive teaching methods. **Forms of study:** Full-time, distance.
Prerequisites	The discipline "Mathematical methods for optimizing the maintenance processes of aircraft and aircraft engines" is based on the knowledge of such disciplines as: "Higher Mathematics", "Reliability of Aviation Technology", "Aircraft Airworthiness Maintenance (ICAO 9760)", "Mathematical Methods for Modeling Systems and Processes", "Methodology of Applied Research in the Field of Air Transport", and is the basis for studying further disciplines, namely: "Methodology of Applied Research in the Field of Air Transport", "Maintenance of Airworthiness of Aircraft (ICAO 9760)", "International and state regulation of airworthiness of aircraft", final master's thesis.
Details	Is the basis for studying such disciplines as "Methodology of Applied Research", "Maintenance of Airworthiness of Aircraft (ICAO 9760)", "Information Technologies for Aviation Maintenance Processes", "International and State Regulation of Aircraft Airworthiness", final master's work.
Information support from the repository and fund of STL NAU	**Scientific-Technical Library:** 1. V.M. Demina. Modeling of queuing systems. Lecture notes. Kharkiv. – 2018. – 44 p. 2. V.B. Tolubko, A.D. Kozhukhivsky. Simulation modeling of queuing systems. Textbook. Ministry of Education and Science of Ukraine State University of Telecommunications. – 2018. –175 p. 3. E. A. Lavrov, L. P. Perkhun. Mathematical methods of operations research. Textbook. Sumy State University, 2018. – 212 p. **NAU Repository** https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/9098
Location and logistics	Building 11, classrooms of theoretical training (according to the schedule of classes). Equipment: multimedia equipment, computers with Internet access. Distance learning technologies: Google Classroom Google Meet platforms
Semester control, examination methodology	oral questioning, modular test, differential credit
Department	Aircraft Continuing Airworthiness Department
Faculty	Aerospace Faculty
Teacher	 **KHIMKO ANDRIY MYKOLAIOVYCH** **Position**: Associate Professor of the Department **Scientific degree**: Candidate of Technical Sciences **Academic degree**: Associate Professor **Teacher's profile**: http://aki.nau.edu.ua/kadr_sklad_zlp/ **Phone**: +38 044 406 72 58 **E-mail**: **Corporate:** andrii.khimko@npp.nau.edu.ua **Workplace**: building 2, room 103
The originality of the discipline	The author's course is based on current trends in the use of queuing theory and mathematical optimization models to maintain the airworthiness of aircraft.
Link to discipline	After forming a group of applicants, an office is created in Google Classroom with the necessary materials for training