

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор



Сергій ОКОВИТИЙ

« 30 »

2025 р.

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

Олег МАРЕНКОВ

« 30 »

05

2025 р.

ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ

для здобуття ступеня доктора філософії

на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)

за спеціальністю G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

освітньо-наукова програма «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»



Розглянуто на засіданні вченої ради
фізико-технічного факультету
від «13» травня 2025 р.; протокол № 10

Голова вченої ради  (Анатолій САНІН)

Дніпро-2025

Програма вступного іспиту для конкурсного відбору вступників до аспірантури для здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії за спеціальністю G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, освітньо-наукова програма Авіаційна та ракетно-космічна техніка (на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста) – Д: ДНУ, 2025 – 12 с.

Розробники:

1. Давидов Сергій Олександрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій;
2. Кулик Олексій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій;
3. Пономарьов Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, в.о. завідувача кафедри двигунобудування;
4. Санін Анатолій Федорович, доктор технічних наук, професор, декан фізико-технічного факультету;
5. Карпович Іван Іванович, кандидат технічних наук, в.о. завідувача кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій.

Програма вступного іспиту ухвалена:

- на засіданні кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій (протокол № 14 від 01.05.2025).

В.о. завідувача кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій



Іван КАРПОВИЧ

Гарант освітньо-наукової програми
Авіаційна та ракетно-космічна техніка



Сергій ДАВИДОВ

І ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ТА ТЕМ ДИСЦИПЛІН

...

Системне проектування ракетно-космічної техніки

Суть проектування та його значимість.

Етапи проектування та їх завдання. Основні завдання етапу НДР.

Основні завдання етапу аванпроекту (технічні пропозиції).

Уточнення принципової та конструктивно-компонувальної схеми.

Роль людини, що приймає рішення (ЛПР) у проектуванні складних об'єктів.

Формування задач проектування систем та визначення цілей.

Розробка альтернатив. Використання методів активізації творчої діяльності.

Метод мозкового штурму та синектичний метод для підвищення творчої активності у пошуку альтернативних рішень.

Сутність евристичних методів для активізації творчості.

Системний підхід і етапи вирішення проблем проектування. Математичні моделі для їх вирішення.

Технології виробництва ракет носіїв космічних апаратів

Загальні принципи конструктивно-технологічного членування РН КЛА

Конструктивно-технологічна характеристика елементів РН КЛА

Технологічні процеси виготовлення фермово-каркасних корпусів

РН Технологічні процеси виготовлення кулебалонів високого

тиску РН Технологічні процеси виготовлення трубопроводів РИ

Технологічні процеси виготовлення багатошарових панелей і оболонок

Технологічні процеси плазмового напилення і осадження з газової фази спеціальних покриттів

Технологічні процеси виготовлення теплозахисних і теплоізоляційних покриттів

Технологічні процеси виготовлення клепаних відсіків РН

Технологічні процеси виготовлення зварних відсіків і відсіків з композиційних матеріалів РН

Технологічні процеси виготовлення аеродинамічного обтічника РН

Технології експериментального відпрацювання конструкцій і випробування сухих відсіків і аеродинамічних обтічників РН

Технологічні процеси виготовлення днищ паливних баків.

Технологічні процеси виготовлення корпусів баків

Технологічні процеси складання і зварювання паливних баків

Випробування баків на міцність і тарування паливних баків

Випробування на герметичність паливних баків РН
 Визначення геометричних параметрів паливних баків
 Особливості конструкції й експлуатації ЖРД
 Виготовлення камер згорання з гофрованою проставкою
 Виготовлення трубчастих камер згорання
 Виготовлення камер згорання з U-профілів, з фрезерованими пазами, з виштамповками
 Виготовлення форсункових головок
 Загальне складання камери згорання
 Виготовлення турбонасосних агрегатів
 Загальне складання двигуна на рідкому паливі
 Особливості конструкції й експлуатації РДТП. Матеріали, що застосовуються в конструкціях РДТП
 Технологічні методи створення конструкцій РДТП з композиційних матеріалів
 Технологічний процес виготовлення корпусу РДТП
 Матеріали і технології виготовлення соплових блоків РДТТ Загальне складання РДТП
 Виготовлення паливних зарядів РДТП
 Технологія випробування та вимірювання параметрів РДТП
 Характеристика загального складання РН. Організація цеху загального складання РН і праці в ньому
 Складально-монтажні роботи у відсіках РН
 Складання ступенів РН
 Підготовка РН до відправки на космодром. Підготовка РН до запуску
 Методи контролю. Підготовка стендів і носія до вимірювання вихідних геометричних параметрів.
 Визначення ваги РН і поздовжньої координати його центра мас.
 Визначення координати центра мас у радіальних напрямках РН або ракетних блоків першого ступеня
 Визначення координат центра мас ракетних блоків другого ступеня РН
 Визначення координат центра мас ракетних блоків третього ступеня РН або КЛА
 Визначення моментів інерції КЛА
 Випробування систем РН
 Виставлення опор гіростабілізуючої платформи і опорних п'ят носія
 Контроль розташування заправних горловин і електричних роз'ємів

Ракетні двигуни та енергетичні установки

Класифікація та основи побудови хімічних ракетних двигунів.

Аналіз формули тяги.
Основні складові тяги камери та місце їхнього прикладення.
Характеристики рідинних ракетних двигунів.
Способи керування вектором тяги ракетного двигуна.
Теорія і розрахунок форсунок рідинних ракетних двигунів.
Основи профілювання сопел Лавалю.
Аналіз втрат у соплах рідинних ракетних двигунів.
Кільцеві сопла або сопла з центральним тілом.
Особливості теплообміну у камері рідинних ракетних двигунів.
Особливості та схеми теплозахисту стінок камери рідинних ракетних двигунів.
Робочі процеси у пневмогідравличній системі двигунних установок.
Процеси з фазовими перетвореннями у системах рідинних ракетних двигунів.
Класифікація систем подачі палива.
Системи наддуву паливних баків рідинних ракетних двигунних установок.
Турбо-насосний агрегат.
Конструктивні особливості камери рідинних ракетних двигунів.
Класифікація агрегатів автоматики рідинних ракетних двигунів.
Особливості конструкції паливних клапанів рідинних ракетних двигунів.
Рівняння динаміки камери ракетних двигунів.
Запуск та зупинення рідинних ракетних двигунів.
Імпульс післядії тяги рідинних ракетних двигунів.
Класифікація космічних двигунних установок.
Машинні та прямі перетворювачі теплової енергії в електричну.
Конструктивні схеми плазмових та електронагрівних двигунів.
Конструктивні схеми електростатичних двигунів.
Склад ракетних двигунів твердого палива.
Заряди ракетних двигунів твердого палива.
Способи регулювання ракетних двигунів твердого палива.
Основні способи теплового захисту елементів конструкції РДТП.
Класифікація палив ракетних двигунів. Основні вимоги до компонентів палива.
Основні тенденції розвитку ракетних двигунів.

Новітні технології в авіації та космонавтиці

Технології виробництва композитних матеріалів: композитні матеріали

є важливими компонентами конструкцій літальних апаратів; різні типи композитних матеріалів, їх властивості та технології виробництва.

Двигуни для космічних ракет-носіїв: різні типи двигунів, їх особливості та технології виробництва; питання повторного використання ракет-носіїв та технології, що використовуються для цього.

Автоматизація виробництва літальних апаратів: використання робототехніки, автоматизованих систем контролю якості та інші технології, що дозволяють підвищити продуктивність та якість виробництва.

Використання 3D-друку в виробництві космічних ракет-носіїв: технології 3D-друку, які застосовуються у виробництві компонентів космічних ракет-носіїв, переваги та недоліки цього методу.

Технології зварювання та склеювання: технології зварювання та склеювання, які використовуються в виробництві літальних апаратів, їх переваги та недоліки; високопродуктивні автоматизовані системи зварювання.

Використання робототехніки в виробництві: робототехніка в процесах виробництва компонентів літальних апаратів, в процесах їх складання та випробувань.

Управління якістю виробництва: методи та підходи до управління якістю виробництва компонентів та систем.

Використання датчиків та технологій інтернету речей у виробництві: використання датчиків та інтернету речей в процесах виробництва, які дозволяють підвищити ефективність та точність виробництва, а також зменшити ризик помилок та відмов.

Використання автоматизованих систем управління виробництвом: використання автоматизованих систем управління виробництвом, які дозволяють підвищити ефективність та точність процесів виробництва, забезпечити високу якість продукції та оптимальне використання ресурсів.

Використання розумних матеріалів: розумні матеріали в компонентах та системах космічних ракет-носіїв.

CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support): впровадження CALS у виробництво та експлуатацію літальних апаратів; автоматизована система обробки технічної документації, управління життєвим циклом виробів.

Порошкова металургія: використання порошкової металургії у виробництві космічних ракет-носіїв; процес виробництва деталей за допомогою спеціальних порошків, які піддаються спіканню.

Герметичність: методики і технології для забезпечення герметичності; методи контролю герметичності; технології застосування спеціальних матеріалів.

Матеріали з особливими властивостями: наноматеріали, радіопрозорі

матеріали, матеріалів з пам'яттю форми; методи поверхневої обробки; технології термічної обробки матеріалів.

Авіоніка

Перетворення Лапласа і його властивості.

Класифікація ланок систем автоматичного керування. Передатні функції типових ланок. Передатна функція послідовних і паралельних з'єднань.

Поняття стійкості системи автоматичного керування. Вимоги до розташування коренів характеристичного рівняння. Необхідні умови стійкості.

Вимоги до якості перехідного процесу. Частотні характеристики якості перехідного процесу: запас стійкості за амплітудою та фазою.

Зміст, задачі і методи оптимального керування.

Побудова математичної моделі системи керування. Допустиме управління, види систем оптимального керування.

Варіаційне числення. Поняття про функціонал. Види функціоналів. Методи вирішення задачі варіаційного числення.

Принцип максимуму Понтрягіна.

Дискретне перетворення Лапласа та Z-перетворення.

Структура мікропроцесорних систем керування.

Режими роботи мікропроцесорних систем керування.

Сили, що діють на РН в польоті: гравітаційна, аеродинамічна, газореактивна.

Основні задачі, що вирішують системи керування РН.

Система керування рухом РН.

II КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ВІДПОВІДЕЙ

Кожна відповідь на питання оцінюється за 200 - бальною шкалою:

100-110 бали виставляється вступнику в аспірантуру, який демонструє неповну відповідь з незначними неточностями та помилками у формулюванні. Відповідь не має логічної завершеності, обрано нераціональний підхід до розв'язання задачі, відсутні приклади, коректно вживані терміни, але не всі поняття розкрито, наведено всі розмірності фізичних величин, не приведено правильний узагальнюючий висновок.

111-149 бали виставляється вступнику в аспірантуру, який демонструє знання в обмеженому обсязі, не знає значної частини програмного матеріалу, основних понять з авіаційної та ракетно-космічної техніки, допускають

істотні помилки з визначенням основних понять за галуззю знань, не спроможний виконати і дати оцінку впливу та наслідків на виробництві при застосуванні нових методів автоматизації та технологій.

150-163 бали вступник знає (відтворює) навчальний матеріал, наводить деякі основні визначення та поняття, їх зміст та може дати їм пояснення, але не вміє самостійно аналізувати, узагальнювати, робити висновки. У відповіді може бути порушена послідовність викладення навчального матеріалу, мають місце окремі грубі помилки у формулюванні теоретичних положень.

164-179 бали вступник правильно та логічно відтворює навчальний матеріал, знає основні та допоміжні визначення та поняття, їх зміст, може дати їм пояснення, може встановлювати найсуттєвіші зв'язки між явищами, фактами. Може самостійно аналізувати, узагальнювати, робити висновки. Вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження викладених думок. Відповідь логічно побудована, проте мають місце помилки у формулюванні окремих положень.

180-200 балів вступник володіє глибокими знаннями, вміє узагальнювати і систематизувати інформацію, використовує загальновідомі докази у власній аргументації. Вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження викладених думок. Суттєвим моментом відповіді вступника повинен бути зв'язок теорії з практикою, вміння застосовувати теоретичні знання при розв'язанні практичних завдань.

При остаточній оцінці результатів виконання завдання враховується здатність фахівця:

- застосувати правила, закони, методи, принципи проектування, конструювання, виробництва та випробування у конкретних ситуаціях;
- аналізувати і оцінювати факти, події у галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- викладати матеріали логічно, послідовно з демонстрацією світогляду та мислення за освітньою програмою авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Шкала відповідності оцінювання:

Оцінка за національною шкалою	Сума балів
Відмінно	180-200
Добре	164-179
	150-163
Задовільно	111-149
	100-110

ІІІ РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Системне проектування ракетно-космічної техніки

1. Проектування та конструкція ракет-носіїв: Підручник для вищих навчальних закладів / Під ред. С.М. Конюхова. — Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007.
2. Шевцов В.Ю. Проектування космічних апаратів. Конспект лекцій, ДНУ, 2022. 91 с.
3. Шевцов В.Ю. Навчально-методичний посібник. «Проектування транспортно-космічних систем», ДНУ, 2022. 53 с.
4. Шевцов В.Ю. Навчально-методичний посібник. «Конструювання транспортно-космічних систем», ДНУ, 2022. 78 с.
5. Линник А.К. Конструювання корпусів рідинних балістичних ракет. — Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 1994. — 220с.
6. Основи теорії та проектування РДТП: Підручник / Габринєць В.О., Горбенко Г.А., Гумницький В.П., Джур Є.О., Кучма Л.Д., Пронь Л.В. — Д.: АРТ-ПРЕС, 2005. — 200 с.

Технології виробництва ракет носіїв космічних апаратів

7. Технологія виробництва ракетно-космічних літальних апаратів: [Текст]: підруч. для студ. вищ. навч. закл./ Ю.С. Алексєєв, О.Є. Джур, О.В. Кулик та ін.; за ред. Є.О. Джура. — Д.: Арт-Прес, 2007. — 480 с. (3 грифом МОН України. Лист № 1.4.18-Г-1334 від 05.12.2006 р.).
8. Джур Є.О. Полімерні та композиційні матеріали в ракетно-космічній техніці: Підручник / Є.О. Джур, Л.Д. Кучма, Т.А. Манько, В.Г. Ситало, Ф.П. Санін, А.Ф. Санін. - К.: Вища освіта, 2003. - 399 с.
9. Санін Ф.П. Твердопаливні ракетні двигуни: Матеріали і технології / Ф.П. Санін, Л.Д. Кучма, Є.О. Джур, А.Ф. Санін.-Д.: ДДУ, 1999. -318 с.
10. Санін Ф.П. Герметичність у ракетно-космічній техніці / Ф.П. Санін, Л.Д. Кучма, С.О. Джур, В.А. Найденов. - Д.: ДДУ, 1995. - 168 с.
11. Випробування на герметичність у виробництві ракетно-космічної техніки [текст] навч. посіб. / В.П. Волков, О.В. Кулик, В.В. Хуторний, М.М. Убизький, С.В. Манжеліївський, А.Г. Фесенко. — Д.: РВВ ДНУ, 2015 — 112 с.
12. Холодне листове штампування [Текст]: навч. посіб. / М.М. Убизький, О.В. Кулик, А.Г. Фесенко, Д.І. Шевчук. — Д.: РВВ ДНУ, 2008. - 52 с.
13. Технологія та організація виробництва клепаних елементів конструкцій виробів [Текст]: навч. посіб. / О.В. Кулик, М.М. Убизький, О.Є. Джур, Д.І. Шевчук, С.В. Манжеліївський, А.Г. Фесенко. — Д.: РВВ ДНУ, 2011.— 88 с.
14. Бичков С.А., Гайдачук О.О., Гайдачук В.Є., Гречка В.Д., Кобрін В.М. Технологія виробництва літальних апаратів із композитних матеріалів. Під ред. В.Є Гайдачука. - Харків: ІСДО.- 1995. — 376с.

Ракетні двигуни та енергетичні установки

15. George P. Sutton, Oscar Biblarz. Rocket Propulsion Elements. Ninth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. – 2017. – 792 p.

16. Mattingly, Jack D. Elements of propulsion: gas turbines and rockets / Jack D. Mattingly. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 2006. – 909p.

17. Kitsche W. Operation of a Cryogenic Rocket Engine. An Outline with Down to Earth and Up-to-Space Remarks. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2011. – 159 p.

18. Clark, John D. Ignition! An Informal History of Liquid Rocket Propellants. – Rutgers University Press Classics Imprint, 2018. – P. 302. – ISBN 978-0-8135-9918.

19. Тимошенко В.І. Комп'ютерне моделювання аеротермогазодинамічних процесів у технічних об'єктах. – Київ: Наукова Думка, 2022. – 202с.

20. Габринєць В.О. Основи теорії та проектування РДТП / В.О. Габринєць, Г.А. Горбенко, В.П. Гумницький, Є.О. Джур, Л.Д. Кучма, Л.В. Пронь. – Д.: АРТПРЕС, 2005. – 200 с

21. Конох В.І. Агрегати автоматики рідинних ракетних двигунів: Навч. посіб. – Д.:РВВ ДНУ, 2011. – 116 с.

22. Горбенко Г.А., Подольчак С.М. Палива і робочі тіла ракетних двигунів: Навч. посіб. - Д.: РВВ ДНУ, 2013. – 159 с.

23. Мітіков Ю.О., Бучарський В.Л., Пономарьов О.М. Теплообмінники ракетних двигунів і енергетичних установок на відновлюваних джерелах енергії. Конструкції та методи розрахунку (двома мовами - укр., англ.): Навч. посіб. – Д.: ТОВ Сова. – 2023. – 280 с. <https://repository.dnu.dp.ua/document-details/5144>.

24. Приходько А.А. Комп'ютерні технології в аеродинаміці та тепломасообміні. – Київ: Наукова Думка, 2003. – 374с.

25. Тимошенко В.І. Теоретичні основи технічної газової динаміки. – Київ: Наукова Думка, 2013. – 432 с.

26. Мітіков Ю.О., Бучарський В.Л. Основні принципи проектування систем керуючого тиску (двома мовами - укр., англ.): Навч. посіб. - Д.:ДНУ, ТОВ «Акцент ПП». – 2017. – 181 с.

27. Горбенко Г.А. Розрахунок охолодження камери теплового двигуна: Навч. посіб.– Д.: РВВ, ДДУ, 2000.– 56с.

Новітні технології в авіації та космонавтиці

28. Ткачов Ю. В. Технологічні рішення в організації процесів життєвого циклу виробів : навч. посіб. / Ю. В. Ткачов. — Д. : [б. в.], 2023. — 52 с. —

Режим доступу: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17146.57285>.

29. *Mechanics of Composite Structural Elements*. 2nd edition / H. Altenbach, J. Altenbach, W. Kissing. – Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2018. – 503 ps.

30. Vasiliev V.V., Morozov E.V. *Advanced Mechanics of Composite Materials and Structures*. 4th edition /– Amsterdam: Elsevier, 2018. -864 ps.

31. Проектування і конструкція ракет-носіїв / В.В. Близниченко, Є.О. Джур, Р.Д. Краснікова та ін. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2007.

32. Гусарова І.О., Манько Т.А., Потапов О.М. Теплозахисні конструкції аерокосмічних літаків. – Д.: ВД «ДОМІНАНТА ПРІНТ», 2017. – 156 с.

33. Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні. / Санін Ф.П., Джур Є.О., Кучма Л.Д., Хуторний В.В. – Д.: АРТ-ПРЕС, 2002. – 401с.

Авіоніка

34. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування: Підруч. для студ. вищ. техн. навч. закл. / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – 2-ге, перероб. і допов. – К.: Либідь, 2007. –656 с. – ISBN 978-966-06-0447-6.

35. Євстіфеев В. О. Теорія автоматичного керування. Частина перша. Безперервні лінійні та нелінійні системи. Навчальний посібник. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2006.

36. Hull D.G.G. *Optimal Control Theory for Applications*. Springer. 2003. – 404 p.

37. Athans M., Falb P. *Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications*. Dover Publications. 2013. – 900 p.

38. Stengel R.F. *Optimal Control and Estimation*. Dover Publications. 2012. – 672 p.

39. Проектування цифрових автоматів і мікропроцесорних систем керування: Навч. посіб. / А.М. Кулабухов, В.О. Ларін, М.О. Якушкін. – Д.: РВВ ДНУ, 2005. – 132 с. (гриф “Рекомендовано Міністерством освіти і науки України”).

40. Бондаренко І.М., Бородін О.В., Карнаушенко В.П. Мікропроцесорні системи контролю та керування: Навч. посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ. – 2020. – 244 с.

41. Ігдалов Й.М. Ракети-носії і космічні ступені як об'єкти керування / Й.М. Ігдалов, Л.Д. Кучма, М.В. Поляков, Ю.Д. Шептун; За ред. акад. С.М. Конюхова. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2007. – 564 с.

42. Ігдалов Й.М. Динамічне проектування ракет. Задачі динаміки ракет та їх космічних ступенів: підручник / Й.М. Ігдалов, Л.Д. Кучма, М.В. Поляков, Ю.Д. Шептун; За ред. акад. С.М. Конюхова. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2011. – 276 с.

43. Александров Є.Є. та ін. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами: Навч. посібник У 4-х т. – Т.1. Теорія

автоматичного керування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2002.

44. Александров Є.Є. та ін. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами: Навч. посібник: У 4-х т. – Т. 2: Автоматичне керування рухом літальних апаратів / Є. Є. Александров, Е.П. Козлов, Б. І. Кузнецов; За заг. ред. Є. Є. Александрова. – Х.: НТУ «ХПІ», 2006, – 528 с.

45. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern control systems. 13-th ed. Pearson Education, Inc. 2016. – 995 p.

46. Siouris G.M. Missile guidance and control systems. Springer. 2004, – 666 p.