Форма № 4

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Двигунів внутрішнього згорання
(наймeнування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Ректор (перший проректор)
"__" 10.09 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ППВ04 Аерогідрогазодинаміка та теорія польоту літальних апаратів
(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 173 Авіоніка,
(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів
(назва спеціалізації)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Електротехнічний факультет
(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

2020 рік

Робоча програма Аерогідрогазодинаміка та теорія польоту літальних апаратів
(назва навчальної дисципліни)
для студентів спеціальності 173 – Авіоніка
освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів
(назва освітньої програми (спеціалізації))
„___" _____ 2020 року - ___ с.

Розробники: Беженов С.О.., доцент кафедри двигуни внутрішнього згорання,
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
к.т.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Двигуни внутрішнього згорання

Протокол від "___"_____2020 року №____

Завідувач кафедри Двигуни внутрішнього згорання
(найменування кафедри)

«____» _____20_____ року _____ (Слинько Г.І.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією _____ЕТФ_____факультету
_____Електротехнічний_____
(найменування факультету)

Протокол від "17"__вересня_____2020 року №__1__

«17» вересня 20 20 року Голова _____ (Антонов М.Л.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*
_____
_____
__

«____» _____20_____ року Керівник групи _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

© НУ «Запорізька політехніка», 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Кількість кредитів – 5

Модулів – 1

Змістових модулів – 6

Індивідуальне науково-дослідне завдання
–
(назва)
Загальна кількість годин – 150
Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4,0
самостійної роботи студента – 6,7</td><td rowspan="11">Галузь знань:
17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність:
173 – Авіоніка

Освітня програма :
Електричні комплекси та системи літальних апаратів

Освітній ступінь:
бакалавр</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>3-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр:</td></tr>
<tr><td>6-й</td><td>6-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції:</td></tr>
<tr><td>28 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські:</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні:</td></tr>
<tr><td>28 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота:</td></tr>
<tr><td>79 год.</td><td>123 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:</td></tr>
<tr><td>15 год.</td><td>15 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:</td></tr>
<tr><td>іспит</td><td>іспит</td></tr>
</table>

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 37,3 % до 62,7 %;
для заочної форми навчання – 8,0 % до 92,0 %.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни “Аерогідрогазодинаміка та теорія польоту літальних апаратів” є формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок розв’язання задач класичної гідромеханіки та газової динаміки для оцінювання аеродинамічних характеристик літальних апаратів різного функціонального призначення.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Аерогідрогазодинаміка та теорія польоту літальних апаратів” є опанування методами застосування фундаментальних законів рівноваги та руху рідкого середовища (як нестисливого, так і стисливого), до розв’язання практичних задач, щодо забезпечення заданих режимів роботи та автоматичного керування польотними характеристиками пілотованих та безпілотних літальних апаратів. Вивчення цієї дисципліни є

необхідною складовою частиною підготовки фахівців, що забезпечуватимуть функціонування комплексів та систем літальних апаратів різного функціонального призначення, зокрема керування польотними характеристиками пілотованих та безпілотних літальних апаратів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.
- ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- ФК4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів.
- ФК5. Здатність розробляти авіоніку літальних апаратів та системи наземних комплексів із використанням інформаційних технологій.
- ФК6. Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів.
- ФК10. Здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу.

очікувані програмні результати навчання:

– РН 2 Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв‘язання спеціалізованих задач професійної діяльності;

– РН 4 Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області;

– РН 6 Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності;

– РН 14 Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів;

– РН 15 Розробляти математичні моделі літальних апаратів як об’єктів керування.

3. Програма навчальної дисципліни

3.1 Перший блок змістових модулів

Змістовий модуль 1. Гідростатика. Основні закони та рівняння гідродинаміки

суцільність середовища, постулат Даламбера-Ейлера;
основні властивості рідин та газів; гідростатичний тиск та його властивості;
абсолютна рівновага нестисливої рідини (газу), міжнародна стандартна атмосфера;
струминна модель потоку; диференціальні рівняння Нав'є-Стокса та Ейлера;

рівняння нерозривності, рівняння кількості руху, рівняння Бернуллі;
кавітація; потоки скінчених розмірів, коефіцієнти Коріоліса та Буссінеска;
досліди Рейнольдса: ламінарна та турбулентна течія рідини;
гідравлічні втрати на тертя; закони опору гладеньких та шорстких труб.
теорема Борда, формула Вейсбаха, типи місцевих опорів;
гідравлічні розрахунки: види задач, характеристика трубопроводу.

Змістовий модуль 2. Кінематика рідини та газу. Динаміка плоских потоків

потенціальні та вихрові течії,
потенціал швидкості, циркуляція швидкості,
джерело та стік, плоский вихор, диполь;
безциркуляційне обтікання циліндра: парадокс Даламбера;
опір під час обтікання тіл: теорема Жуковського про піднімальну силу;
коефіцієнт піднімальної сили та лобового опору;
полярна діаграма, аеродинамічний фокус та центр тиску потоку на тіло.

Змістовий модуль 3. Одномірні течії ідеального газу

види фізичних впливів на газовий потік;
ізоентропійний процес; параметри гальмування;
газодинамічні функції; криза течії та методи її подолання;
специфіка рівнянь газової динаміки для одномірних потоків.

3.2 Другий блок змістових модулів

Змістовий модуль 4. Аеродинамічні характеристики несучих поверхонь при різних швидкостях обтікання

дозвукове обтікання профілю;
аеродинамічні характеристики профілів у надзвуковому потоці;
особливості обтікання тіл гіперзвуковим потоком;
основи аеродинаміки розріджених газів.

Змістовий модуль 5. Динаміка польоту: льотно-технічні характеристики літальних апаратів (ЛА)

силова установка ЛА;
класифікація повітряних гвинтів; тяга, потужність, к.к.д. гвинта;
несучий і рульовий гвинти вертольота, геометричні та кінематичні характеристики;
особливості аеродинаміки гвинтів з жорстким і шарнірним кріпленням лопатей;
горизонтальний політ ЛА: тяга, потужність, діапазон швидкостей;
зліт, набирання висоти, зниження, посадка ЛА;
дальність та тривалість польоту; пілотування ЛА

Змістовий модуль 6. Динаміка польоту: стійкість та керованість літальних апаратів

рівновага сил та моментів; продольна (бокова) рівновага та стійкість ЛА;
шляхова стійкість та керованість ЛА;
кермо висоти, тример, елерони;
траєкторія руху ЛА на штопорі, види штопора; зривання та виведення зі штопору;
аеродинамічні характеристики вертольота під час польоту в зоні впливу землі і в гірській місцевості, на режимах «вихрового кільця» і само обертання

4. Структура навчальної дисципліни

Змістові модулі (теми)	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота
змістові модулі, що виносяться на перший рубіжний контроль												
Змістовий модуль **1** Гідростатика. Основні закони та рівняння гідродинаміки	30	6	–	8	8	8	30	1	–	2	8	19
Змістовий модуль **2** Кінематика рідини та газу. Динаміка плоских потоків	30	4	–	6	–	20	30	1	–	1	–	28
Змістовий модуль **2** Одномірні течії ідеального газу	15	4	–	–	–	11	15	1	–	–	–	14
Разом за 1-й блок	**75**	**14**	**–**	**14**	**8**	**39**	**75**	**3**	**–**	**3**	**8**	**61**
Термін проведення І-го рубіжного модульного контролю – 7-й тиждень семестру												
змістові модулі, що виносяться на другий рубіжний контроль												
Змістовий модуль **4** Аеродинамічні характеристики несучих поверхонь при різних швидкостях обтікання	30	4	–	4	7	15	30	1	–	1	7	21
Змістовий модуль **5** Динаміка польоту: льотно-технічні характеристики літальних апаратів (ЛА)	15	4	–	4	–	7	15	1	–	1	–	13
Змістовий модуль **6** Динаміка польоту: стійкість та керованість літальних апаратів	30	6	–	6	–	18	30	1	–	1	–	28
Разом за 2-й блок	**75**	**14**	**–**	**14**	**7**	**40**	**75**	**3**	**–**	**3**	**7**	**62**
Термін проведення ІІ-го рубіжного модульного контролю – 14-й тиждень семестру												
Усього годин	**150**	**28**	**–**	**28**	**15**	**79**	**150**	**6**	**–**	**6**	**15**	**123**

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом проведення семінарських занять не передбачено

6. Теми практичних занять

Навчальним планом проведення практичних занять не передбачено

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Прилади для вимірювання тиску	4
2	Графічна ілюстрація рівняння Д.Бернуллі	4
3	Визначення коефіцієнта піднімальної сили профілю Жуковського методом електрогідродинамічної аналогії	6
4	Способи експериментального визначення температури	4
5	Експериментальне визначення параметрів газової течії	4
6	Дослідження одномірного адіабатичного потоку газу з тертям	6
	Разом	**28**

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Гідростатика. Основні закони та рівняння гідродинаміки	8
2	Кінематика рідини та газу, динаміка плоских потоків	20
3	Одномірні течії ідеального газу	11
4	Аеродинамічні характеристики несучих поверхонь при різних швидкостях обтікання	15
5	Динаміка польоту: льотно-технічні характеристики літальних апаратів	7
6	Динаміка польоту: стійкість та керованість літальних апаратів	18
	Разом	**79**

9. Індивідуальні завдання (контрольна робота)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок балансу енергій в одномірному потоці нестисливого середовища	8
2	Розрахунок обтікання плоским потоком тілесного профілю Жуковського	7
	Разом	**15**

10. Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;

- ілюстрація –для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – уявного (практичного) розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

Після вивчення дисципліни студенти повинні знати і уміти використовувати:

– основні закони механіки суцільних та розріджених середовищ;

– прикладні методи розрахунку гідросистем, що забезпечують роботу літальних апаратів;

– методики розрахунку аеродинамічних характеристик літальних апаратів та їх елементів;

– методи експериментального дослідження параметрів течії рідини та газів.

12. Засоби оцінювання

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

– тестування з кожного змістовного модулю

– захисту звітів про виконання лабораторних робіт

– захисту звітів про виконання індивідуальних завдань

– рубіжних модульних контролів за кожний блок змістовних модулів

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

– захисту звітів про виконання лабораторних робіт

– захисту контрольної роботи

– тестування (усного опитування) за окремими змістовими модулями

13. Критерії оцінювання успішності студентів

Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожний з двох блоків змістових модулів на відповідному рубіжному модульному контролі (РМК) за 100-бальною шкалою.

Етапи роботи	Кількість балів	Етапи роботи	Кількість балів
Змістовий модуль 1	0 – 40	Змістовий модуль 4	0 – 30
Змістовий модуль 2	0 – 30	Змістовий модуль 5	0 – 30
Змістовий модуль 3	0 – 30	Змістовий модуль 6	0 – 40
Сума за перший РМК	0 – 100	Сума за другий РМК	0 – 100

Загальна оцінка студента на кожному етапі роботи складається з оцінювання:
активності та системності роботи в аудиторії – до 25 %;
індивідуальної самостійної роботи – до 50 %;
поточного опитування (тестування) – до 25 %.

Семестрова (підсумкова) оцінка студента з дисципліни складається за результатами двох РМК як середнє арифметичне відповідних сум балів з округленням до цілого на користь студента і подальшим переведенням в національну та ECTS шкали.

Кількість балів	Оцінка ECTS		Традиційна оцінка	
90 – 100	**A**	відмінно	**відмінно**	зараховано
85 – 89	**B**	дуже добре	**добре**	
75 – 84	**C**	добре		
70 – 74	**D**	задовільно	**задовільно**	
60 – 69	**E**	достатньо		
35 – 59	**FX**	незадовільно	**незадовільно**	не зараховано
01 – 34	**F**	повторний курс навчання		

Студент, який отримав незадовільну (або низьку) семестрову оцінку за результатами РМК, має можливість покращити результат під час іспиту при наявності звітів про всі види робіт, передбачених робочою програмою дисципліни.

На іспит виносяться теоретичні питання, практичні задачі, а також завдання, що потребують творчого підходу та вміння синтезувати набуті знання. При оцінюванні враховується здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем авіоніки. При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності.

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Аерогідрогазодинаміка та теорія польоту літальних апаратів” для студентів, що навчаються за спеціальністю 173 “Авіоніка”, усіх форм навчання /Укл. С.О.Беженов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 58 с. (№ 6548е)

2. Методичні вказівки до індивідуальних завдань (контрольних робіт) за розділами курсу “Аерогідрогазодинаміка та теорія польоту літальних апаратів” для студентів, що навчаються за спеціальністю 173 “Авіоніка”, усіх форм навчання /Укл.: С.О.Беженов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 42 с. (№ 6581е)

3. Методичні рекомендації для самостійної роботи з вивчення дисципліни “Аерогідрогазодинаміка та теорія польоту літальних апаратів” – для студентів, що навчаються за спеціальністю 173 “Авіоніка”, усіх форм навчання /Укл. С.О.Беженов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 22 с. (№ 7783е)

15. Рекомендована література

15.1 Базова література

1. Ерёменко С.М. Аэродинамика летательных аппаратов. [Текст] /С.М.Ерёменко – Х: Нац. аэрокосмический ун-т "ХАИ", 2019. – 384 с.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика [Текст] /Г.Н.Абрамович. – М.: Наука, 1976. – 888 с.
3. Сергель О.С. Прикладная гидрогазодинамика [Текст] /О.С. Сергель. – М.: Машиностроение, 1981. – 374 с.

15.2 Допоміжна література

4. Степчков А.А. Задачник по гидрогазовой динамике: Учеб. пособие для студентов авиационных специальностей вузов [Текст] /А.А.Степчков. – М.: Машиностроение, 1980. – 182 с.
5. Самойлович Г.С. Сборник задач по гидроаэромеханике [Текст] /Г.С.Самойлович, В.В.Нитусов. – М.: Машиностроение, 1986. – 149 с.
6. Aerodynamics for engineering students [Text] /E.L. Houghton, P.W. Carpenter, Steven H. Collicott, Daniel T. Valentine. – 6th ed. – USA: Elsevier Ltd, 2013. – 714 p.

16. Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/
2. Наукова бібліотека НУ «Запорізька політехніка». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://library.zntu.edu.ua/