

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА**

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Навігаційні системи та БПЛА**

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Освітня програма: Комп'ютерне проектування інтегральних схем
Галузь знань: 17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність: 171 Електроніка

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 12 від “30” червня 2023 р.

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Навігаційні системи та БПЛА
Викладач (-і)	Старший викладач. Бенько Тарас Григорович
Контактний телефон викладача	0966637574
E-mail викладача	taras.benko@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очний, дистанційний
Обсяг дисципліни	3 кредитів ЄКТС, 90 год.
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua/
Консультації	відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки
2. Анотація до навчальної дисципліни	
<p>Дисципліна “Навігаційні системи та БПЛА” належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін циклу професійної підготовки за освітнім рівнем “Бакалавр”, що пропонуються в рамках циклу професійної підготовки студентів за освітньо-науковою програмою “Електроніка”. Вона забезпечує формування у студентів науково-дослідницьких професійно-орієнтованих компетенцій.</p> <p>Предметом вивчення навчальної дисципліни є загальні відомості про досвід створення різноманітних безпілотних літальних апаратів, динаміку польотів, основи аеродинаміки і конструкція безпілотних літальних апаратів, принципи керування та розробки систем керування. Студент придбає загальне уявлення про принципи конструювання та принципи польоту безпілотних літальних апаратів, способи керування ними, знання про різновиди безпілотних літальних апаратів, типові рішення використання їх в різних використаннях, що дає можливість правильно вибирати, застосовувати різноманітне обладнання в електротехнічних комплексах та системах, систем керування та передачі сигналів БПЛА, законодавчої та нормативної бази відносно створення та застосування їх, що направлено на підвищення якості й точності пілотування, зменшення споживання енергії, мінімізації матеріальних витрат, підвищенні рівня безпеки. Все це вказує на важливість вивчення такої дисципліни, як «Безпілотні літальні апарати» (БПЛА) при підготовці фахівців з авіоніки, зокрема електротехнічних комплексів та систем літальних апаратів.</p> <p>Силабус навчальної дисципліни “Дестанційно керовані безпілотні апарати” складений відповідно до освітньо-наукової програми “Електроніка” з підготовки бакалаврів спеціальності 171 “Електроніка” галузі знань 17 “Електроніка, автоматизація та електронні комунікації”.</p>	
3. Мета та цілі навчальної дисципліни	
<p>Мета курсу “ Навігаційні системи та БПЛА ” є формування у студентів принципів побудови безпілотних літальних апаратів, способів та систем керування ними, створення систем керування та діагностування, використання електронної апаратури на БПЛА.</p> <p>Завданням дисципліни “ Навігаційні системи та БПЛА ” є сформувані у студентів науково-дослідницькі підходи щодо дослідження, проектування та вивчення загальних</p>	

відомостей про типові конструкції безпілотних літальних апаратів, процесу проектування БПЛА, основних системи та вузлів БПЛА, особливостей програмного забезпечення БПЛА та їх навісного обладнання. Для цього в курсі розглядається наступна тематика:

- Основи аеродинаміки: визначення, основні принципи, поняття та гіпотези;
- Динаміка польоту: принципи, відмінності, спільні риси з аеродинамічним ;
- Основні поняття метеорології та вплив погодних явищ на польоти літальних апаратів ;
- Класифікації Безпілотних літальних апаратів (БПЛА);
- Відмінності польоту окремих БПЛА. Склад льотних комплексів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

знати:

- Електронна складова БПЛА;
- Види навігаційних пристроїв GPS, спліт камери, дальноміри ;
- Конструкція БПЛА літакового типу (з фіксованим крилом);
- Конструкція БПЛА коптерного типу (вертольоти та мультироторні системи);
- 2.6. Види програмного забезпечення для налаштування та управління БПЛА.

вміти:

- здійснювати підготовку та використання БПЛА в умовах війни;
- Усувати типові поломки БПЛА під час тренувальних, розвідувальних та бойових польотів;
- Ремонт БПЛА у польових умовах;
- практично виконувати засоби для підвищення живучості БПЛА.

4. Програмні компетентності та результати навчання

ІК. Здатність продукувати нові ідеї, здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері електроніки, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у електроніці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електроніки та суміжних галузей.

СК4. Здатність використовувати технічне обладнання і устаткування, системи прийняття рішень, програмні засоби та інструменти для проведення наукового експерименту та обробки результатів експериментальних досліджень.

СК8. Володіти сучасними експериментальними методами дослідження та комп'ютерного моделювання в галузі електроніки.

СК9. Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

СК10. Здатність обирати ефективні системи автоматизованого проектування, здійснювати проектування друкованих модулів засобами САПР.

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з електроніки і на межі предметних галузей, а також універсальні дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань, їх використання у власних дослідженнях та викладацькій практиці.

ПРН6. Планувати, організувати роботу та керувати проектами в галузі наукових досліджень, розробки, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування електронних пристроїв та систем за допомогою сучасних САПР.

ПРН7. Організувати та керувати дослідницькою, інноваційною та інвестиційною

діяльністю, бізнес-проектами та виробничими процесами з урахуванням технологічних показників, вимог ринку, існуючих стандартів, конкурентоспроможності наукової та інженерної продукції, прав інтелектуальної власності, правил професійної етики та академічної доброчесності.

ПРН10. Здійснювати критичний аналіз та застосовувати знання, вміння і наукові досягнення для розв'язування задач синтезу та аналізу елементів та систем в галузі електроніки та суміжних галузях, знаходити засоби розв'язання проблем і прогнозувати майбутні наслідки прийнятих рішень.

5. Організація навчання

Обсяг навчальної дисципліни

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	20
лабораторні	10
самостійна робота	60

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
8	171 Електроніка	4	Вибірковий

Тематика навчальної дисципліни

Тема	Кількість год		
	Лекції	Лаб. заняття	Сам. роб.
Тема 1. Історія створення БПЛА. Законодавча та нормативна бази щодо користування БПЛА.	2		4
Тема 2. . Класифікація БПЛА. Загальні види та характеристики БПЛА.	2		4
Тема 3. . Конструкції БПЛА. Динаміка польоту БПЛА.	2		4
Тема4. Основні компоненти та основи конструювання БПЛА.	2		4
Тема 5. Сучасні системи пілотування БПЛА.	2		4
Тема 6. БПЛА в аграрній сфері та промисловості.	2		4
Тема 7. БПЛА у військовій сфері та перспективи використання в сучасному житті людини.	2		4
Тема 8. Використання електродвигунів у сучасних системах БПЛА. Основи будови безколекторних та колекторних електродвигунів у квадрокоптерах, дослідження роботи електродвигунів.	2		4
Тема 9. Використання БПЛА для фото та відео зйомки.	2		4
Тема 10. Використання DJI Mavic2 ZOOM та DJI Phantom 3, режими фото та відео зйомки.	2		4

Лабораторна робота №1. Основи пілотування БПЛА планерного типу на базі симулятора		2	4
Лабораторна робота №2. Основи пілотування квадрокоптерів з режимом стабілізації. Використання симулятора Freerider. Пілотування квадрокоптера DJI Tello.		2	4
Лабораторна робота №3. Основи пілотування FPV квадрокоптерів. Режим ACRO. Пілотування FPV квадрокоптерів у симуляторі Freerider, Liftoff. Пілотування FPV квадрокоптера		2	4
Лабораторна робота №4. Пілотні контролери БПЛА. Різновиди пілотних контролерів. Основи програмування пілотних контролерів на базі контролера Pixhawk.		2	4
Лабораторна робота №5. Основи програмування датчиків, які використовуються у сучасних системах БПЛА. Програмування датчиків відстані на основі ультразвукового та інфрачервоного датчик		2	4
ЗАГ:	20	10	60

6. Система оцінювання навчальної дисципліни

Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань аспірантів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані аспірантами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності курсу аспірантів зі спеціальності 171 Електроніка.</p> <p>Завданням поточного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок з конструювання та пілотування різних типів БПЛА, вміння вирішувати конкретні ситуативні завдання, приймати рішення щодо подальших досліджень на основі отриманих результатів.</p> <p><i>Семестровий (поточний контроль)</i> у першому семестрі проводиться у формі заліку. <i>Семестровий (підсумковий контроль)</i> у другому семестрі проводиться у формі заліку.</p> <p><i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка</p>
-----------------------------------	--

	<p>передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного матеріалу з предмету “Дестанційно керовані безпілотні апарати”, здатності використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p>																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</th> <th rowspan="2">Оцінка ECTS</th> <th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th> </tr> <tr> <th>Для екзамену</th> <th>Для заліку</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90 – 100</td> <td>A</td> <td>відмінно</td> <td rowspan="5">зараховано</td> </tr> <tr> <td>80 – 89</td> <td>B</td> <td rowspan="2">добре</td> </tr> <tr> <td>70 – 79</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>60 – 69</td> <td>D</td> <td rowspan="2">задовільно</td> </tr> <tr> <td>50 – 59</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>26 – 49</td> <td>FX</td> <td>незадовільно з можливістю повторного складання</td> <td>не зараховано з можливістю повторного складання</td> </tr> <tr> <td>0-25</td> <td>F</td> <td>незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td> <td>не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td> </tr> </tbody> </table>	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою		Для екзамену	Для заліку	90 – 100	A	відмінно	зараховано	80 – 89	B	добре	70 – 79	C	60 – 69	D	задовільно	50 – 59	E	26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання	0-25	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS			Оцінка за національною шкалою																									
		Для екзамену	Для заліку																										
90 – 100	A	відмінно	зараховано																										
80 – 89	B	добре																											
70 – 79	C																												
60 – 69	D	задовільно																											
50 – 59	E																												
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання																										
0-25	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни																										
<p>Вимоги до письмової роботи</p>	<p>Підсумкова робота може виконуватися за необхідності згідно розкладу контролю самостійної роботи (КСР) у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді з застосуванням технічних засобів навчання. Кількість тестових завдань – 20. Вартість кожного запитання складає 1 бал. Максимальна оцінка 20 балів.</p>																												
<p>Практичні/лабораторні заняття</p>	<p>Після узагальнення (вступного слова) викладач дає відповіді на окремі теоретичні запитання, які виникли у аспірантів у процесі підготовки до заняття.</p> <p>До початку лабораторної роботи студент має отримати допуск за результатами усної співбесіди. На лабораторній роботі кожен студент отримує інструкцію до виконання. Після завершення роботи студент оформляє і захищає звіт з результатами роботи. Кожна лабораторна робота оцінюється за національною шкалою (відмінно добре задовільно незадовільно), середня оцінка за всі лабораторні роботи приводиться до 100 бальної шкали. Максимальний бал за лабораторні роботи 30 балів.</p>																												
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<p>Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він набрав менше 25 балів. У цьому випадку аспіранту у відомості робиться запис “не допущений” і виставляється набрана кількість балів. Напередодні екзамену викладач подає доповідну завідувачу кафедри про недопуск студента курсу спеціальності 171 “Електроніка”. Відмітка про недопуск у</p>																												

	відомості робиться при наявності розпорядження завідувача кафедри.
Підсумковий контроль	Форму контролю – залік; форму задачі – комбінована (письмова з усною співбесідою), можливе також проведення екзамену в тестовій формі з використанням технічних засобів навчання; Білет складається з трьох теоретичних питань і одного короткого завдання. Розподіл балів за питаннями і завданнями рівномірний. Максимальний бал за екзамен 50 балів.
7. Політика навчальної дисципліни	
<p>Студент зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.</p> <p>Пропущена лекція відпрацьовується аспірантом самостійно, як короткий конспект за темою заняття.</p> <p>Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерній лабораторії кафедри, результати оцінюються викладачем.</p> <p>У випадку, коли студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів або наявних сертифікатів.</p> <p>Політика академічної поведінки і етики</p> <p>Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.</p> <p>Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.</p> <p>Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ЗВО.</p> <p>Не допускається підказування та списування під час задачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю.</p> <p>Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими допоміжними засобами під час задачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.</p> <p>Також є можливість перезарахування результатів навчання в інших закладах вищої освіти чи результатів неформальної освіти згідно Положення про визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної освіти, в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника (затверджено вченою радою університету 01 листопада 2022 р. протокол № 9 та введено в дію наказом ректора № 672 від 24 листопада 2022 р.).</p>	
8. Рекомендована література	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Бек С. І., Хан і Ю. Хан, «Оптимальний розподіл ресурсів для неортогональної передачі в системах ретрансляції БПЛА», IEEE Wireless Commun. Lett., Vol. 7, вип. 3. С. 356-359, червень 2018 р. 2. Пономаренко С.О., Карнаух Т.І. Неінваріантна компенсаційна схема комплексування інерціальних датчиків первинної інформації з бортовим навігаційним коректором літального апарату. – К.: Збірник наукових праць ДНДІА. Вип. 12(19), 2015. – С. 78-84. 3. Рогожин В.О., Синеглазов В.М., Філяшкін М.К. Пілотажнонавігаційні комплекси 	

повітряних суден: Підручник. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 316с. ISBN 966-598221-4.

4. Харченко В. П. Авіоніка : навч. посіб. Київ : НАУ, 2013. 272 с.

5. Шмельов Ю. М. Формування інформаційних ознак ефективності застосування безпілотних літальних апаратів. Радіотехніка. 2019. Вип. 199. С. 75–82.

6. DronePort [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://droneport.com.ua>

Викладач – Бенько Т.Г.