

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан механіко-технологічного факультету



В.Братішко

« 22 » жовтня 2023 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри тракторів,
автомобілів та біоенергоресурсів
протокол № 6 від 18 квітня 2023 р.

завідувач кафедри Є.Калінін

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОПІ Агроінженерія

В.Братішко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Моделювання робочих процесів машин

Галузь знань
Спеціальність
Факультет
Розробник:

20 «Аграрні науки та продовольство»
«Агроінженерія»
механіко-технологічний факультет
доктор технічних наук, професор Є.Калінін

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Моделювання робочих процесів машин»

Галузь знань, освітньо-професійна програма, спеціальність, рівень вищої освіти		
Освітньо-професійна програма	Агроінженерія	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)	
Спеціальність	208 «Агроінженерія»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	I	I
Семестр	1	1,2
Лекційні заняття	30 год.	4 год.
Семінарські/лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	90 год.	146 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	4 год..	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчення основ моделювання робочих процесів машин при їх дослідженні та застосування їх результатів при вирішенні відповідних інженерних задач

Завдання: отримати чітке уявлення про процеси виробництва сільськогосподарської продукції та сучасні методи їх дослідження, проектування та удосконалення, а також вміти якісно оцінювати отримані результати моделювання при вирішенні практичних задач.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: існуючі методи моделювання; загальну схему побудови моделі процесу; методологію оцінки адекватності отриманої моделі; аналітичні основи моделювання.

вміти: підібрати вид і скласти схему моделі для конкретного випадку, аналізувати адекватність отриманих моделей, знати аналітичні основи моделювання і вміти застосовувати при цьому прикладні програми для ПК.

Компетентності, які забезпечуються при вивченні дисципліни

Загальні компетентності:

ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК5 Здатність працювати в команді

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

СК1 Здатність використовувати управлінські аспекти у межах проблеми діяльності сільськогосподарського виробництва

СК6 Здатність інтегрувати знання механіки, електроніки, комп'ютерного керування, інформаційних технологій та мікроелектроніки до проектування й використання мехатронних систем машин і обладнання сг виробництва

СК8 Здатність використовувати методи управління й планування матеріальних та пов'язаних з ними інформаційних і фінансових потоків на основі системного підходу та економічних компромісів для підвищення конкурентоспроможності підприємств

СК9 Здатність забезпечувати працездатність і справність сільськогосподарської техніки при мінімальних витратах часу, трудових та матеріальних ресурсів. за рахунок використання новітніх технологій технічного обслуговування та ремонту.

СК10 Здатність організувати виробничі процеси аграрного виробництва на принципах систем точного землеробства, ресурсозбереження, оптимального природокористування та охорони природи; використовувати сільськогосподарські машини та енергетичні засоби, що адаптовані до використання у системі точного землеробства

СК11 Здатність до отримання і аналізу інформації щодо тенденцій розвитку аграрних наук, технологій і техніки в агропромисловому виробництві

СК13 Здатність використовувати методи і прийоми обґрунтування та прийняття оптимальних рішень в інженерній діяльності

Програмні результати навчання

ПРН7 Вибирати, мету, предмет та об'єкт досліджень. Формулювати робочу гіпотезу, закономірності. Ставити задачі в наукових дослідженнях. Застосовувати знання уміння та навички для вибору раціонального складу комплексів машин та ефективного його використання.

ПРН8 Обґрунтовувати методи теоретичних та експериментальних досліджень

ПРН9 Створювати фізичні, математичні, віртуальні моделі для вирішення дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських та технологічних задач

ПРН10 Володіти визначеним колом програм та програмних засобів для вирішення фахових питань, особливостями застосування глобальної мережі Інтернет для роботи з різноманітною інформацією

ПРН12 Вибирати машини і обладнання для автоматизації засобами сучасної мехатроніки сільськогосподарського виробництва

ПРН16 Вибирати стратегії на основі детермінованих та ймовірнісних моделей, а також в умовах невизначеності, ризику та багатокритеріальності з урахуванням специфіки сільськогосподарського виробництва

Формування професійних знань про моделі і моделювання робочих процесів машин, типи моделей та основні етапи моделювання, теоретичні і практичні методологічні основи, методи і об'єкти предмету моделювання технологічних процесів виробництва продукції, економікоматематичні моделі та моделювання технологічних процесів механізмів та машин агропромислового комплексу з використанням ПК.

Семінарське заняття №6. Методика емпіричного моделювання													
Тема №7. Механіко-технологічні основи моделювання робочого процесу збиральних машин Семінарське заняття №6. Методика емпіричного моделювання	13	4	2	2									
Тема №7. Механіко-технологічні основи моделювання робочого процесу збиральних машин Семінарське заняття №7. Методика оптимізаційного моделювання	14	4	2	2									
Тема №7. Механіко-технологічні основи моделювання робочого процесу збиральних машин Семінарське заняття №7. Методика оптимізаційного моделювання	15	4	2	2									
За модуль 2		73	14	14			45						
Усього годин		150	30	30			90	150	4				146

4. Теми семінарське заняття:

- для денної форми навчання

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Семінарське заняття №1. Методологічні основи моделювання прикладних задач в Simulink MatLab	4
2.	Семінарське заняття №2. Методологічні основи моделювання прикладних задач в MathCAD	4
3.	Семінарське заняття №3. Методологічні основи моделювання прикладних задач в AnyLogic	4
4.	Семінарське заняття №4. Методологічні основи моделювання прикладних задач в Excel	4
5.	Семінарське заняття №5. Прикладні задачі моделювання робочих процесів сільськогосподарських машин	6
6.	Семінарське заняття №6. Методика емпіричного моделювання	4
7.	Семінарське заняття №7. Методика оптимізаційного моделювання	4
	Всього	30

5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Запитання А (теоретичного характеру)

Поняття «моделювання» і «модель». Класифікація моделей.

Основні властивості моделей. Послідовність побудови моделі.

Поняття подібності. Основні типи подібності.

Критерії подібності. Теореми теорії подібності.

Фізичне моделювання.

Кібернетичні моделі.

Реологічні моделі напружено-деформованого стану матеріалів. Основні прості елементи реологічних моделей.

Реологічні моделі напружено-деформованого стану ґрунтового середовища.

Теорія розмірностей.

Математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Вимоги до математичних моделей.

Побудова моделей руху (за допомогою рівнянь динаміки).

Метод Монте-Карло. Приклад застосування

Алгоритмічне моделювання. Приклад алгоритму у вигляді блок-схеми

Графові моделі і основні їх складові.

Рівняння Колмогорова для моделювання стохастичних процесів.

Теорія системи масового обслуговування.

Марківські випадкові процеси.

Імітаційне моделювання.

Теорія ігор.

Емпіричні математичні моделі.

Економіко-математичні моделі.

Моделювання екологічних систем і процесів.

Моделювання динаміки популяцій.

Задачі математичного програмування.

Запитання Б (прикладного характеру)

Моделювання руху частинки по площині.

Моделювання руху тіла по похилій площині.

Моделювання руху частинки по конусній поверхні.

Моделювання руху частинки по вгнутій гравітаційній поверхні.

Моделювання руху частинки по опуклій гравітаційній поверхні.

Моделювання руху частинки по зовнішній циліндричній поверхні.

Моделювання руху частинки по внутрішній циліндричній поверхні.

Моделювання руху частинки по ротаційній поверхні.

Моделювання руху частинки по гвинтовій поверхні (наприклад, з вертикальною віссю обертання).

Моделювання процесу за допомогою методу розмірностей.

Побудова функціональної залежності (емпіричної моделі) залежностей $y=y(x)$ по дослідним даним для різних типів функцій (в ПП EXCEL).

Побудова рівнянь регресії (емпіричних моделей) у вигляді полінома 1 і 2 степені (в ПП EXCEL).

Визначення значення функції $y(x)$ при значенні x , що належить інтервалу варіювання x (інтерполяція).

Визначення значення функції $y(x)$ при значенні x , що не належить інтервалу варіювання x (екстраполяція).

Визначення оптимальних значень факторів X_1 і X_2 , якщо критерій оптимізації описується рівнянням:

$$Y(X_1, X_2) = A_0 + A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_{11} \cdot X_1 \cdot X_1 + A_{22} \cdot X_2 \cdot X_2 + A_{12} \cdot X_1 \cdot X_2.$$

Моделювання транспортування матеріалів (на прикладі транспортної задачі по доставці палива із двох паливних складів у два автопарки).

Моделювання планування виробничої діяльності (на прикладі задачі про поставці продукції із декількох господарств).

Визначення площі фігури неправильної форми (за допомогою методу Монте-Карло).

Рівняння Колмогорова для графа процесу.

6. Методи навчання

Основні методи навчання:

аудиторні заняття:

- лекційні заняття;

- семінарські заняття;

позааудиторна робота:

- самостійна робота

7. Форми контролю

Поточний: поточне опитування, здача завдань

Підсумковий: іспит (письмове тестування із усною співбесідою)

8. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студентів відбувається згідно положення „Про екзамени та заліки у НУБіП України” від 20.02.2015 р. протокол №6 з табл.

Оцінка національна	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	вище середнього рівня з кількома помилками; в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74-89
Задовільно	непогано, але зі значною кількістю недоліків; виконання задовольняє мінімальні критерії	60-73
Незадовільно	потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку); необхідна серйозна подальша робота	01-59

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни **R**_{дис} (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи **R**_{НР} (до 70 балів): **R**_{дис} = **R**_{НР} + **R**_{АТ}

9. Методичне забезпечення. Лекційні заняття проводяться із використанням мультимедійного обладнання і презентацій по темам. Практичні заняття проводяться в навчальних лабораторіях кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М.Василенка: „Грунтообробних та посівних машин”, „Машин для хімічного захисту рослин та заготівлі кормів”, „Машин для збирання зернових культур та післязбирального обробітку зерна” та „Гідропривода сільськогосподарської техніки”. При проведенні лабораторних занять рекомендується застосовувати ПК із ПП WORD, EXCEL, MathCAD, MathLab, Mathematica тощо.

10. Рекомендована література

- основна:

1. Василенко П.М., Погорілий Л.В. Основи наукових досліджень. К.: Вища школа, 1985, 266 с.
2. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем: моделювання, проектування, оптимізація. – Л.: Світ, 2001. – 232 с.
3. Василенко П.М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УАСХН, 1960.
4. Василенко П.М., Василенко В.П. Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов). – К.: РИО УСХА, 1980.
5. Василенко П.М. Введение в земледельческую механику.– Киев: Сільгоспосвіта, 1996.– 234 с.
6. Василенко П.М. О методике механико-математических изысканий при разработке проблем сельскохозяйственной техники. – М.: БТИ ГОСНИТИ, 1962. – 231 с.

7. Гордеев А.С. Моделирование в агроинженерии. Мичуринск, 2007.
8. Долгов Н.М. Элементы динамики систем на подвижных деформируемых основаниях. – К.: Техніка, 1996. – 92 с.
9. Заика П.М. Избранные задачи земледельческой механики. – К., УСХА, 1992. – 512 с.
10. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1974.- 432 с.

- допоміжна

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища школа, 2005. – 464 с.
2. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник За редакцією І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. – 640 с.
3. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник. За ред. С.С. Яцуна. - К.: Мета, 2003. – 448 с.
4. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування Кн. 1 : Машини для рільництва / П. В. Сисолін, В. М. Сало, В. М. Кропівний. – К.: Урожай, 2001. - 384 с.
5. Кн. 2 : Машини для рільництва / П. В. Сисолін, Т. І. Рибак, В. М. Сало . - К. : Урожай, 2002. - 364 с.
6. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин: навч. посіб. / К.І. Шмат та ін. - Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004. - 308 с.
7. Рибарук В.Я. Сільськогосподарські машини: Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів / В.Я. Рибарук, І.І. Ріпка – Львів : ЛДАУ, 1998. – 264 с.
8. Моделювання робочих процесів машин. Методичні вказівки до вивчення дисциплін «Основи наукових досліджень» і «Моделювання робочих процесів машин» студентами інженерних спеціальностей /С.В. Смолінський, О.В. Ямков /К.: Видавництво НУБіП України, 2012. – 35 с.
9. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем: моделювання, проектування, оптимізація. – Л.: Світ, 2001.
10. Bell V. Farm machinery. – Ipswich: Oldpond publishing. 2015. – 326 p.

11. Інформаційні ресурси

1. <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1036>
 2. <http://window.edu.ru/resource/532/79532/files/shterenzon.pdf>
 3. <http://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-modelirovaniya-tehnologicheskogo-protssessa>
 4. http://www.bsuir.by/m/12_100229_1_75835.pdf
 5. http://study.urfu.ru/view/aid/2525/1/Ponomarev_loshkarev.pdf
- Сайти вітчизняних та закордонних фахових журналів і збірників праць

12. Теми лекційних занять

- для денної форми навчання

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема №1. Основні положення моделювання систем	4
2.	Тема №2. Математичне моделювання	4
3.	Тема №3. Динамічне моделювання	4
4.	Тема №4. Стохастичне моделювання	4
5.	Тема №5. Механіко-технологічні основи моделювання робочого процесу ґрунтообробних машин	4
6.	Тема №6. Механіко-технологічні основи моделювання робочого процесу посівних і садильних машин	4
7.	Тема №7. Механіко-технологічні основи моделювання робочого процесу збиральних машин	6
	Всього	30

- для заочної форми навчання

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема №1. Основні положення моделювання систем	4
	Всього	4

Самостійні роботи

Самостійна робота 1.

Тема: Методи моделювання процесів і машин

Скориставшись пошуковими системами в мережі Інтернет підготувати реферат (20...25 ст.) на одну із вказаних тем, охарактеризувавши метод моделювання і навести його приклад:

- моделювання на основі методу розмірностей;
- емпіричного моделювання;
- статистичного моделювання;
- моделювання на основі методу Монте-Карло;
- аналогового моделювання;
- імітаційного моделювання;
- реологічного моделювання;
- моделювання за допомогою перехідних функцій;
- моделювання на основі математичного програмування;
- техніко-економічного моделювання;
- екологічного моделювання;
- графового моделювання;
- мережевого моделювання;
- ієрархічного моделювання;
- комп'ютерного моделювання;

- геометричного моделювання;
- графічного моделювання;
- алгоритмічного моделювання;
- кібернетичного моделювання;
- фізичного моделювання;

Самостійна робота 2.

Тема: Моделювання механізованих процесів і машин

Підготувати реферат (20...25 ст.) і доповідь з презентацією на одну із вказаних тем:

Моделювання процесів:

- Моделювання процесу різання
- Моделювання процесу подрібнювання
- Моделювання процесу змішування
- Моделювання процесу сепарації
- Моделювання процесу

Моделювання взаємодії:

- Моделювання взаємодії корпусу лемішного плуга з ґрунтом
- Моделювання взаємодії дискового робочого органа з ґрунтом
- Моделювання взаємодії культиваторної лапи з ґрунтом
- Моделювання взаємодії дискового сошника з ґрунтом
- Моделювання взаємодії анкерного сошника з ґрунтом
- Моделювання взаємодії різального апарата із стеблом
- Моделювання взаємодії подільника із стеблостоем
- Моделювання взаємодії мотовила із стеблостоем
- Моделювання взаємодії викопувальних робочих органів бурякозбиральних машин із коренеплодами.
- Моделювання взаємодії гичкозрізувального робочого органу бурякозбиральної машини із гичкою
- Моделювання взаємодії очищувальних робочих органів бурякозбиральних машин із коренеплодами
- Моделювання взаємодії сепарувального робочого органу картоплезбиральних машин із бульбами
- Моделювання взаємодії сортувальних робочих органів картоплесортувалок із бульбами

Моделювання робочого процесу:

- Моделювання робочого процесу розкидного пристрою розкидача гранульованих мінеральних добрив
- Моделювання робочого процесу розкидного пристрою розкидача твердих органічних добрив
- Моделювання робочого процесу катушкового висівного апарата зернової сівалки
- Моделювання робочого процесу пневматичного висівного апарату просапної сівалки
- Моделювання робочого процесу садильного апарату картоплесаджалки
- Моделювання робочого процесу обприскувача
- Моделювання робочого процесу прес-підбирача
- Моделювання робочого процесу подрібнювального пристрою силосозбирального комбайна
- Моделювання робочого процесу молотильного апарата зернозбирального комбайна
- Моделювання робочого процесу системи очистки зернозбирального комбайна
- Моделювання робочого процесу соломоочисника зернозбирального комбайна

- Моделювання робочого процесу насіннеочисної машини

Моделювання операцій:

- Моделювання полицевої оранки
- Моделювання суцільної культивуації
- Моделювання внесення мінеральних добрив
- Моделювання внесення органічних добрив
- Моделювання сівби культур
- Моделювання садіння культур
- Моделювання протруювання насіння
- Моделювання обприскування посівів
- Моделювання скошування стеблової маси
- Моделювання пресування стеблової маси
- Моделювання збирання зернових культур
- Моделювання збирання картоплі
- Моделювання збирання картоплі
- Моделювання збирання овочевих культур
- Моделювання збирання плодкових культур