

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ МАШИН

Освітньо-професійна програма "Галузеве машинобудування"
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Галузь знань 13 Механічна інженерія

Розглянуто на засіданні кафедри
Протокол № 9 від 20.03.2019 р.

м. Кропивницький – 2019

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Пререквізити
8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання
9. Політика курсу
10. Навчально-методична карта дисципліни
11. Система оцінювання та вимоги
12. Рекомендована література

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ МАШИН
Рік викладання	2019-2020 навчальний рік
Викладач	Сало Василь Михайлович, доктор технічних наук, професор, http://sgm.kntu.kr.ua/STAFF2.html
Контактний телефон	(0522)-390-472 – викладацька кафедри сільськогосподарського машинобудування, робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰
E-mail:	salovm@ukr.net
Консультації	<i>Очні консультації</i> згідно розкладу консультацій Понеділок та Середа з 14 ²⁰ до 15 ³⁰ <i>Онлайн консультації</i> за попередньою домовленістю в робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰

2. Анотація до дисципліни

Математичне моделювання – важливий метод наукового дослідження, який потребує ґрунтовної математичної підготовки, розуміння фізичної суті процесів, які відбуваються у технічних системах, машинах, вузлах і деталях. Водночас, кожна задача створення моделі складного технологічного об'єкта є унікальною і вимагає творчого нестандартного підходу. Тому головною метою дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів машин» є дати досліднику можливість зорієнтуватись у різноманітті сучасних методів математичного моделювання складних процесів, що відбуваються у машинах. Головна увага зосереджена на процесах, які є спільними для різних видів машин, що включає спеціальність «Галузеве машинобудування», та математичних методах і універсальних прикладних програмах для їх реалізації. Конкретні підходи до розв'язку задач розглянуто на прикладах зі спеціалізації «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» з вказівками на можливість їх міждисциплінарного використання.

3. Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни – підготовка здобувачів до вирішення дослідницьких задач машинобудування та засвоєння методів математичного моделювання складних багатофакторних технологічних процесів та явищ із застосуванням програмних засобів на базі багатоцільових систем.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- надати уявлення про загальні принципи складання моделей процесів у машинобудуванні;
- опанування основними прийомами оптимізації технологічних процесів з використанням математичних моделей;
- опанування методики аналізу та оцінки технічних процесів і систем з використанням математичних моделей;
- навчити навикам будувати математичні моделі технічних процесів і систем.

4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, поєднуючи із практичними роботами.

Формат очний (Face to face)

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути наступні компетентності:

соціальні навички (soft-skills):

1 – здатність шляхом самостійного навчання освоїти нові області, використовуючи здобуті знання в галузі машинобудування;

2 – здатність до саморозвитку і самовдосконалення протягом життя, відповідальність за навчання інших.

фахові (special-skills):

1 – мати глибинні знання із спеціальності «Галузеве машинобудування», зокрема засвоєння основних концепцій, розуміння теоретичних і практичних проблем, історії розвитку та сучасного стану наукових знань за спеціальністю, оволодіння термінологією з досліджуваного наукового напрямку;

2 – здатність засвоювати та уміло використовувати математичні (аналітичні та числові) методи для аналізу, дослідження і моделювання процесів машин, дослідження функціонування робочих органів машин;

3 – здатність підбирати та ефективно використовувати сучасне програмне забезпечення для проведення наукових досліджень;

4 – здатність відшукувати і використовувати міждисциплінарні і міжгалузеві зв'язки у науковій діяльності.

Програмні результати вивчення дисципліни:

1 – вміння та навички використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології для обробки та аналізу результатів наукових досліджень та їх представлення;

2 – вміння та навички використовувати під час аналізу, дослідження і моделювання процесів машин, функціонування їх робочих органів аналітичні та числові математичні методи.

6. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни, вид заняття	Кількість годин
Рекомендації щодо семестру вивчення	1 семестр
Кількість кредитів / годин	3 / 90
Кількість змістових модулів	2
Нормативна / вибіркова	Нормативна
лекції	26
практичні	13
самостійна робота	51
Вид підсумкового контролю : залік	-

7. Пререквізити

Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Деталі машин», «Теорія механізмів і машин», «Опір матеріалів», «Теоретична механіка».

8. Технічне і програмне забезпечення /обладнання

Оскільки при вивченні дисципліни використовуються інформаційні технології навчання, система дистанційної освіти Moodle, бажано мати комп'ютерну техніку (з виходом у глобальну мережу) та оргтехніку для комунікації з адміністрацією, викладачами, виконання тестових завдань в системі дистанційної освіти та підготовки (друку) рефератів і самостійних робіт.

9. Політика дисципліни

Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL :

<http://www.kntu.kr.ua/doc/Кодекс%20академічної%20доброчесності.pdf>

Відвідування занять

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і практичні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральукраїнському національному технічному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

10. Навчально - методична карта дисципліни

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль I. Системний підхід до дослідження та моделювання робочих процесів машин.							
Тиж. 1 (за розкладом) 2 год.	Тема 1. Математичне моделювання як один з найважливіших інструментів дослідника.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	2, С. 8-17 5, С. 5-11	Самостійно опрацювати матеріал: Використання ММ у машинах за темою дослідження аспіранта. 2 год.	3 бали	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж. 2 (за розкладом) 2 год.	Тема 1. Методика використання бібліотечної ММ	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	1, С. 4-6 3, С. 47-53	Виконати розрахунок технологічних параметрів машини. 2 год.	4 бали	Самостійна робота до 3 тижня
Тиж. 2 (за розкладом) 2 год.	Тема 2. Системний підхід до дослідження та моделювання. Система. Класифікація систем. Технічна система. Технологічна	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1, С. 5-9 2, С. 19-22, 46-51 4, С. 4-9 5, С. 12-60	Самостійно опрацювати матеріал : Визначення в теорії технічних систем. Типові підсистеми, з яких складається машина.	3 бали	Самостійна робота до 3 тижня

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
	система. Машина як складна динамічна система. Структура стаціонарної та мобільної машини.				Машинні агрегати. 2 год.		
Тиж. 3 (за розкладом) 2 год.	Тема 3. Робочі процеси, які відбуваються у машинах. Системний аналіз досліджуваного процесу (машини, робочого органу).	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	2, С. 19-22 4, С. 47-52 5, С. 116-122	Самостійно опрацювати матеріал: Технологічний процес. Модель технологічного процесу. 2 год.	3 бали	Самостійна робота до 4 тижня
Тиж. 4 (за розкладом) 2 год.	Тема 4. Модель. Моделювання. Об'єкт моделювання. Класифікація об'єктів моделювання. «Чорний ящик». Вхідні та вихідні змінні (параметри, фактори). Абстрагування та ідеалізація.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1, С.9-14 2, С. 22-23, 27-35 3, С.7-18, 33-40 4, С. 12-16, 48-52 5, С. 123-195	Самостійно опрацювати матеріал: Класифікація моделей. Вимоги до моделей. Структурна схема алгоритму моделювання 3 год.	3 бали	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж. 4 (за розкладом) 2 год.	Тема 2. Структурний аналіз машини	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	1, С. 7-14 2, С. 164-173 3, С. 17-24 4, С. 19-20	По варіанту завдань запропонувати скласти структурну схему машини та функціональну схему її робочого процесу 2 год.	4 бали	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж. 5 (за розкладом) 2 год.	Тема 4. Модель. Моделювання. Об'єкт моделювання. Методи побудови математичних моделей. Аналітичні математичні методи аналізу моделей.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	3, С.24-29, 44-51 4, С. 34-44 5, С. 123-195	Самостійно опрацювати матеріал: Рівні математичних моделей. Числові математичні методи аналізу моделей. 3 год.	3 бали	Самостійна робота до 6 тижня
Тиж. 6 (за розкладом) 2 год.	Тема 5. Статистичні методи ММ. Планування багатофакторних експериментів. Обробка результатів.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	2, С. 123-133 3, С.93-104, 249-264 5, С. 123-195	Самостійно опрацювати матеріал: Лінійні та нелінійні моделі. Методи пошуку екстремуму. 3 год.	3 бали	Самостійна робота до 7 тижня
Тиж. 6 (за розкладом) 2 год.	Тема 3. Аналіз робочого процесу машини	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	1, С. 15-19 2, С. 51-57	По варіанту завдань скласти перелік етапів робочого процесу машини. Визначити типи технологічних процесів та їх моделей. 2 год.	4 бали	Самостійна робота до 7 тижня
Тиж. 7 (за розкладом) 2 год.	Тема 5. Статистичні методи ММ. Регресійний аналіз.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	2, С. 86-92 3, С.93-104 5, С. 123-195	Самостійно опрацювати матеріал: Закони розподілу випадкових чисел. 2 год.	3 бали	Самостійна робота до 8 тижня
Тиж. 7	Змістовий контроль № 1	Тест	Тест	Тестові завдання	Виконати тестове завдання 2 год.	17 балів	Тиж. 7
Максимальна кількість балів за змістовим модулем I						50 балів	

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль II. Принципи та методи удосконалення технічних систем							
Тиж. 8 (за розкладом) 2 год.	Тема 6. Імітаційне моделювання. Метод статистичних випробувань.ММ систем масового обслуговування	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	3, С.93-104 5, С. 123-195	Самостійно опрацювати матеріал: Генератор випадкових чисел. Алгоритм методу Монте-Карло. Види СМО. 2 год.	3 бали	Самостійна робота до 9 тижня
Тиж. 8 (за розкладом) 2 год.	Тема 4. Постановка задачі моделювання	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	5, С. 7-11	Сформулювати мету, задачі, об'єкт, предмет власного дослідження. Визначити перелік вхідних та вихідних параметрів ММ. 3 год.	4 бали	Самостійна робота до 9 тижня
Тиж. 9 (за розкладом) 2 год.	Тема 7. Типові ММ різних галузей машинобудування. ММ потоку рідини (газу), механічного удара, деформування матеріалу, різання матеріалу.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	2, С. 129-149 3, С.51-65 4, С. 77-81	Самостійно опрацювати матеріал: ММ підшипника ковзання. ММ теплопередачі. ММ сухого тертя. 3 год.	3 бали	Самостійна робота до 10 тижня
Тиж. 10 (за розкладом) 2 год.	Тема 7. Типові ММ різних галузей машинобудування. ММ руху точки, механізму, розподілу ресурсів	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	2, С. 129-149	Самостійно опрацювати матеріал: ММ механічного привода. ММ гідравлічного привода. 2 год.	3 бали	Самостійна робота до 10 тижня
Тиж. 10 (за розкладом) 2 год.	Тема 5. Вибір математичного апарата для моделювання	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	1, С. 25-28 2, С. 135-149 4, С. 28-30	На основі аналізу власного дослідження визначити тип ММ процесу (машини) та можливі варіанти математичних методів. 3 год.	4 бали	Самостійна робота до 11 тижня
Тиж. 11 (за розкладом) 2 год.	Тема 8. Типові ММ процесів у машинах та обладнанні сільськогосподарського виробництва. ММ руху тіла по поверхням. ММ підвіски мобільної машини. ММ вібраційної системи.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	4, С.55-61 5, С. 192-195	Самостійно опрацювати: ММ взаємодії лапи культиватора з ґрунтом. ММ руху частки в повітряному потоці. 2 год.	3 бали	Самостійна робота до 12 тижня
Тиж. 12 (за розкладом) 2 год.	Тема 8. Типові ММ процесів у машинах та обладнанні сільськогосподарського виробництва. ММ сушіння зерна. ММ кормового раціону.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	2, С. 148-151 4, С.55-61 5, С. 13-20	Самостійно опрацювати: Методи оптимізації параметрів ММ. 2 год.	3 бали	Самостійна робота до 12 тижня
Тиж. 12 (за розкладом) 2 год.	Тема 6. Експериментально-статистичні методи математичного моделювання..	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	1, 29-35 5, С. 20-25, 29-95	По варіанту завдань визначити тип та параметри ММ на основі експериментальних даних. 2 год.	4 бали	Самостійна робота до 13 тижня

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
Тиж. 13 (за розкладом) 2 год.	Тема 9. Застосування програмних засобів на базі багатоцільових систем. Система MathCAD. Комплекс програмних засобів SolidWorks. Система ANSYS.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	1, С. 30-55 3, С. 11-25 5, С. 96-109, 109-154	Самостійно опрацювати: Табличний процесор Microsoft Excel. Інтегрована система STATISTICA 3 год.	3 бали	Самостійна робота до 14 тижня
Тиж. 13 (за розкладом) 2 год.	Тема 7. Графічне представлення результатів моделювання.	Практичне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	1, 36-43 4, С. 48-54 5, С. 101-109, 116-130, 151-154	Згідно завданню вибрати найбільш наочний спосіб графічного представлення результатів моделювання 2 год.	4 бали	Самостійна робота до 14 тижня
Тиж. 13	Змістовий контроль № 2	Тест	Тест	Тестові завдання	Виконати тестове завдання 2 год.	16 балів	Тиж. 14
Максимальна кількість балів за змістовим модулем II						50 балів	

11. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: залік.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів машин» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100-бальною шкалою. Він складається з рейтингу навчальної роботи (засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання практичних та індивідуальних завдань), для оцінювання якої призначається 100 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів машин»

Поточний контроль та самостійна робота																						
Змістовий модуль 1											Змістовий модуль 2										Всього	
T1	Tп1	T2	T3	T4	Tп2	T4	T5	Tп3	T5	ЗК1	T6	Tп4	T7	T7	Tп5	T8	T8	Tп6	T9	Tп7	ЗК2	
3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	17	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	16	100

Примітка: T1, T2, ..., T9 – тема програми (лекційна); Tп1, Tп2, ..., Tп7 – тема програми (практична); ЗК1, ЗК2 – підсумковий змістовий контроль

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання. Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, практичні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті:

оцінку «**відмінно**» (**90-100 балів, A**) заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку «**добре**» (**82-89 балів, B**) – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «**добре**» (**74-81 бал, C**) - заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;

- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;

- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;

- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;

- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;

- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслуговує студент, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;

- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;

- не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

12. Рекомендована література

Базова

1. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки : підручник. Житомир : ЖІТІ, 2001. 612 с. URL:

<https://www.twirpx.com/file/1237307/>

2. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) : навч. посібник. Львів: Світ, 2001. 232 с.

URL: <https://www.twirpx.com/file/640331/>

3. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: навч. посібник для студентів. Запоріжжя : Класичний приватний університет, 2009. 224 с. URL: <https://studfile.net/preview/3743203/>

4. Гліненко Л. К., Сухоносів О. Г. Основи моделювання технічних систем : навч. посібник. Львів : Бескид Біт, 2003. 176 с. URL:

<https://www.twirpx.com/file/321840/>

5. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника : навч. посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Кіровоград : 2016. 204 с. URL:

https://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf .

6. Лазарєв Ю. Ф. Моделювання на ЕОМ : навчальний посібник. К.: Політехніка, 2007. 290 с. URL:

https://kafpson.kpi.ua/Arhiv/Lazarev/model_na_eom.pdf

7. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С., Мартишко В.М., Гуменюк Ю.О. Київ : «Агроосвіта», 2017. 180 с. URL: <http://nmcbook.com.ua/wp-content/uploads/2017/11/Сільськогосподарські-машини.pdf>
8. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини. Кн. 1 : Машини для рільництва. К. : Урожай, 2001. 382 с.
9. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини. Кн. 2. К. : Урожай, 2002. 362 с.
10. Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини. Кн. 3. К. : Фенікс, 2007. 432 с.
11. Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини. К. : Каравела, 2008. 551 с.

Допоміжна

12. Остапчук М. В., Станкевич Г. М. Математичне моделювання на ЕОМ : підручник. Одеса: Друк, 2006. 313 с.
13. Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении : учеб. для студ. высш. учеб. заведений. Волгоград : Ин-Фолио, 2009. 640 с.
14. Потапов Б.Ф., Крюков А.Ю. Математическое моделирование процессов в машиностроении : учебное пособие. Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. 322 с.
15. Моисеева Л.Т. Методы математического моделирования процессов в машиностроении : курс лекций. Курск, 2008. 46 с.
16. Томашевський В.М. Моделювання систем : підруч. для студ. ВНЗ. К. : вид. група ВНУ, 2007. 352 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://nbuy.gov.ua> .
2. <https://essuir.sumdu.edu.ua/> .
3. <http://dspace.kntu.kr.ua/> .
4. <http://moodle.kntu.kr.ua/my/> .
5. <https://books.google.com.ua/> .
6. <https://www.twirpx.com/files/science/machinery/kto/mmethods/>
7. https://www.twirpx.com/files/science/interdisciplinary/natural_exact/modelling/