

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технічного сервісу

Робоча програма (силабус) освітнього компонента
ОК 6 – Моделювання та планування наукового експерименту в інженерії
(обов'язковий)

Реалізується в межах освітньої програми **Галузеве машинобудування**
(назва)

за спеціальністю **133 «Галузеве машинобудування»**
(шифр, назва)

третього (освітньо-наукового рівня) рівня вищої освіти

Суми – 2022

Розробники: ММБ, Тарельник В.Б., д.т.н., проф., зав. кафедри ТС
(підпис) (прізвище, ініціали)(вчений ступінь та звання, посада)

Розглянуто, схвалено та затверджено на засіданні кафедри Технічного сервісу (назва кафедри)	протокол від <u>30 серпня 2022р. №1</u>	
	Завідувач кафедри	<u>ММБ</u> (підпис) Тарельник В.Б. (прізвище, ініціали)

Погоджено:

Гарант освітньої програми ММБ В.Б.Тарельник
(підпис) (ПІБ)

Декан факультету ВЗІ В.М.Зубко
(підпис) (ПІБ)

Рецензія на робочу програму(додається) надана: ВЗІ В.М. Зубко
(підпис) (ПІБ)

М.Ю.Думанчук
(підпис) (ПІБ)

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації Н.М.Баранік
(підпис) (ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 30.08 2022 р.

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

1.	Назва ОК	Моделювання та планування наукового експерименту в інженерії		
2.	Факультет/кафедра	Інженерно-технологічний факультет/ кафедра технічного сервісу		
3.	Статус ОК	<u>Обов'язковий</u>		
4.	Програма/Спеціальність (програми)	Освітньо-наукова програма «Галузеве машинобудування» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»		
5.	ОК може бути запропонований для (заповнюється для вибіркової ОК)			
6.	Рівень НРК	8 рівень		
7.	Семестр та тривалість вивчення	Денна 3 семестр, 10 тижнів		
8.	Кількість кредитів ЄКТС	3		
9.	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота(заняття)		Самостійна робота
		Лекційні	Практичні / семінарські	Лабораторні
		Денна 16	Денна 14	Денна 60
10.	Мова навчання	Українська, англійська		
11.	Викладач/ Координатор освітнього компонента	Тарельник В'ячеслав Борисович, д.т.н., професор, завідувач кафедри технічного сервісу Години консультацій – кожного понеділка з 10.00 до 12.00, кабінет 302м		
11.1	Контактна інформація	viacheclav.tarelnyk@snau.edu.ua		
12.	Загальний опис освітнього компонента	Дисципліна буде корисна майбутнім фахівцям для набуття поглиблених компетентностей, необхідних для використання в науковій діяльності, зокрема, теоретичних знань та практичних навичок використання прикладних комп'ютерних програм, систем комп'ютерної математики та інструментальних засобів моделювання з метою підвищення достовірності отримання наукових і практичних результатів досліджень та ефективності їх подання. Оволодіння методологічними та методичними основами моделювання експериментів в інженерних дослідженнях, та набуття практичних умінь і навичок щодо їх організації та проведення за спеціальністю «Галузеве машинобудування».		
13.	Мета освітнього компонента	Полягає у оволодінні здобувачами принципами та методиками формалізації моделей технологічних процесів та технічних систем в галузі інженерних досліджень, набуття навичок застосування сучасного програмного забезпечення для рішення наукових задач на етапі моделювання, обробки даних та візуалізації аналітичних залежностей з інтегруванням результатів досліджень в кваліфікаційну роботу.		
14.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	Дисципліна базується на ОК 2 «Сучасні інформаційні технології у науковій діяльності» та ОК 4 «Методологія проведення наукових досліджень»		
15.	Політика академічної доброчесності	У разі, якщо здобувач здає роботу іншого здобувача як свою власну, така робота анулюється і виконується повторно. У разі списування – повторне складання відповідного завдання.		

		У разі використання текстових запозичень без належного цитування (академічний плагіат) - робота анулюється.
16.	Посилання на курс у системі Moodle	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=1085

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента здобувач очікувано буде здатен...»	Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК (зазначити номер згідно з нумерацією, наведеною в ОП)					Як оцінюється ДРН
	ПРН					
	ПРН 1	ПРН 3	ПРН 4	ПРН 6	ПРН 8	
ДРН 1. Володіти методологічними та методичними основами моделювання експериментів в інженерних дослідженнях	X			X		Індивідуальне завдання
ДРН 2. Здійснювати формалізований опис об'єкту дослідження, з перевіркою адекватності отриманої моделі.		X	X		X	Індивідуальне завдання
ДРН 3. Здійснювати науково обґрунтований вибір методів моделювання та планування експерименту, що застосовуються	X	X			X	Індивідуальне завдання
ДРН 4. Володіти сучасним апаратом обробки та інтерпретації експериментальних даних		X	X	X	X	Індивідуальне завдання Аналітичний огляд з презентацією

ПРН 1. Мати концептуальні та методологічні знання з механічної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій. ПРН 3. Уміти проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових наукових положень та ідей щодо побудови і умов функціонування машин та обладнання, їх комплексів і систем. Аналізувати сучасні наукові праці, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання з галузевого машинобудування.

ПРН 3. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН 4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у механічній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН 6. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми механічної інженерії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН 8. Застосовувати загальні принципи та методи математики, природничих та технічних наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та

спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері механічної інженерії.

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу			Рекомендована література	
	Аудиторна робота		Самостійна робота		
	Лк	П.з / семін.з	Лаб. з.		
Тема 1. Моделі. Моделювання в інженерії Основні поняття та визначення. Цілі і принципи моделювання. Аксиоми теорії моделювання. Види моделей та моделювання. Функції моделей. Фактори, що впливають на модель об'єкта. Математичне моделювання. Вимоги до математичної моделі. Структура математичної моделі. Класифікація математичних моделей. Цілі математичного моделювання для технічних об'єктів і технологічних процесів. Алгоритм побудови моделі. Технології моделювання. Алгоритм побудови аналітичної моделі. Алгоритм побудови емпіричної моделі. Коротка характеристика основних етапів алгоритмів побудови аналітичних і емпіричних моделей.	2	-		10	1-8, 15, 20, 22, 23, 25-28
Тема 2. Методологія моделювання систем. Логіка системного аналізу. Формування загальних уявлень про систему. Виявлення призначення, мети, головних цілей, функцій властивостей системи. Формування основних предметних понять що використовуються в системі. Формування поглиблених уявлень про систему. Моделювання системи, як етап її дослідження. Систематичний підхід до моделювання. Поняття системи і моделі. Моделі статички і динаміки, моделі процесів перетворень і систем. Розвинута класифікація математичних моделей. Детерміновані та стохастичні моделі. Динамічні та статичні моделі. Автоматичне, напівавтоматичне та інтегроване моделювання.	2	-		10	1-4, 7, 8, 11
Тема 3. Методи дослідження моделей. Метод Монте-Карло. Імітаційне моделювання. Постановка задачі по імітаційному моделюванню. Метод імітаційного моделювання. Типова схема реалізації. Точність математичного моделювання. Динамічні системи з зосередженими параметрами. Коливання в механічних системах. Одномасні та багатомасні системи. Демпфірування коливань. Лінійні та нелінійні системи. Динамічна подібність та моделювання явищ, процесів та систем. Поняття ідентифікації. Ідентифікаційний експеримент. Ідентифікація алгоритмічної і інформаційної моделей. Методи ідентифікації. Обчислювальні експерименти за допомогою математичних моделей. Аналітичне і чисельне моделювання. Застосування математичного апарату для моделювання технічних систем. Похибки та властивості обчислювальних методів та алгоритмів. Методи обробки експериментальних даних.	2	-		10	1, 2, 7-9, 11, 12, 13, 15

Інтерполяція, апроксимація, статистична і цифрова обробка даних					
<p>Тема 4. Програмне забезпечення для моделювання пристроїв та систем</p> <p>Застосування пакета для автоматизації фізичних процесів. Реальні і віртуальні фізичні прилади та системи. Опис фізичних процесів за допомогою програм LabView. Бібліотеки віртуальних приладів. Мова і графіка програмного пакета LabView, інтерфейс користувача. Структура мови LabView. Набір віртуальних приладів. Функціональний набір. Графіка в LabView. Елементи управління віртуальними приладами і індикатори. Програмування операцій. Арифметичні і булеві операції в LabView. Дії з масивами даних і рядками. Кластери та операції з ними. Структури і цикли. Методи створення віртуальних фізичних приладів, обробка даних. Методи збору даних в фізичних експериментах. Автоматизація збору даних за допомогою комп'ютерних і вимірювальних технологій програмного пакета LabView. Апаратна частина систем збору даних. Прилади й плати вводу виведення компанії National Instruments. Приклади збору даних у фізиці і техніці.</p> <p>Основні відомості про пакет математичного моделювання Simulink. Основні можливості пакету розширення Simulink. Загальні принципи роботи у пакеті Simulink. Робота з демонстраційними прикладами. Основи роботи у пакеті Simulink. Бібліотека модулів (блоків) пакету Simulink. Регістратори. Джерела. Типові динамічні ланки. Вбудовані математичні функції. Функції користувача. Типові залежності. Складні сигнали та системи. Побудова блок-схем динамічних систем. Особливості моделювання лінійних систем у пакеті Simulink. Постановка задачі. Створення моделі. Побудова блок-схеми моделі. Запуск моделі. Особливості моделювання нелінійних систем у пакеті Simulink. Постановка задачі. Створення моделі. Побудова блок-схеми моделі. Запуск моделі.</p>	4	4		10	9, 10, 15, 19, 29, 30
<p>Тема 5. Методологія планування експерименту</p> <p>Ортогональні плани першого порядку. Повний факторний експеримент. Дисперсія відтворюваності. Оцінка адекватності апроксимуючої залежності об'єкту, що досліджується. Оцінка значущості коефіцієнтів апроксимуючої залежності взятій у вигляді алгебраїчного полінома, в сенсі відмінності значень цих коефіцієнтів від нуля. Обробка результатів експерименту. Дрібний факторний експеримент. Складання планів другого порядку. Ортогональні центрально-композиційні плани. Планування експерименту при відшукуванні експериментальної області. Класичні методи</p>	2	4		10	1, 8, 9,10, 16, 19, 29, 30

визначення екстремуму. Факторні методи визначення екстремуму. Дисперсійний аналіз при експериментальному дослідженні. Однофакторний дисперсійний аналіз.					
Тема 6. Спеціалізовані математичні програмні продукти обробки даних Робоче середовище пакету MathCAD. Основи обчислень у MathCAD. Введення та редагування формул. Графічні можливості. Основи роботи у пакеті MathCAD. Алгебраїчні обчислення у системі MathCAD. Оператори. Функції. Алгебраїчні перетворення. Виконання символних обчислень у системі MathCAD. Чисельне розв'язання математичних задач. Чисельне диференціювання. Чисельне інтегрування. Розв'язання нелінійних алгебраїчних рівнянь. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Виконання численних обчислень у системі MathCAD. Робота у програмі MathLAB. Загальні відомості про систему MathLAB. Побудова графіків та поверхонь. Основи програмування у системі MathLAB. Програмування розгалужених обчислювальних процесів. Програмування розгалужених обчислювальних процесів. Програмування циклічних обчислювальних процесів. Програмування циклічних обчислювальних процесів. Створення процедур та функцій користувача. Численні обчислення. Інтегрування та диференціювання. Рішення рівнянь та систем рівнянь. Робота у програмі Statistica. Основи роботи з програмою Statistica. Інтерфейс програми. Організація похідних даних. Робота с файлами даних. Модульна структура програми. Створення файлу з даними у програмі Statistica. Обчислення описувальних статистик у програмі Statistica. Середнє арифметичне. Вибіркове середнє. Вибіркова дисперсія. Стандартне відхилення. Мода. Медіана. Квантиль. Використання програми Statistica для первинного аналізу даних. Використання ймовірнісного калькулятора. Побудова та редагування статистичних графіків. Генерація випадкових чисел. Визначення основних параметрів ймовірнісних розподілів.	4	6		10	15, 17-21, 31-34
Всього	16	14		60	

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання (робота, що буде проведена викладачем <u>під час аудиторних занять, консультацій</u>)	Кількість годин	Методи навчання (які види навчальної діяльності має виконати <u>студент самостійно</u>)	Кількість годин
ДРН 1. Володіти методологічними та методичними основами моделювання експериментів в інженерних дослідженнях	Проблемна лекція, тематична дискусія, «круглий стіл», обговорення актуальних питань.	4	Самостійна робота з підручником, опрацювання теоретичного матеріалу.	10
ДРН 2. Здійснювати формалізований опис об'єкту дослідження, з перевіркою адекватності отриманої моделі.	Мультимедійна лекція, консультації викладача, обговорення актуальних питань.	10	Самостійна робота з підручником, виконання індивідуальних завдань.	20
ДРН 3. Здійснювати науково обґрунтований вибір методів моделювання та планування експерименту, що застосовуються	Мультимедійна лекція, «мозгова атака», обговорення актуальних питань.	10	Персоналізоване навчання, самостійна робота з підручником, виконання індивідуальних завдань.	20
ДРН 4. Володіти сучасним апаратом обробки та інтерпретації експериментальних даних	Перевернутий клас, навчання через дію, консультації викладача, тематична дискусія.	6	Самостійна робота з підручником, навчання через дослідження.	10
<i>Всього годин</i>		30		60

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Діагностичне оцінювання (зазначається за потреби)

5.2. Сумативне оцінювання:

5.2.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1.	Виконання індивідуального завдання	25 балів / 25%	На 4 тижні
2.	Виконання індивідуального завдання	25 балів / 25%	На 6 тижні
3.	Виконання індивідуального завдання	25 балів / 25%	На 8 тижні
4.	Аналітичний огляд з презентацією (залік)	25 балів / 25%	На 10 тижні

5.2.2. Критерії оцінювання

Компонент	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
Виконання індивідуального завдання	<11 балів	11-15 балів	16-21 балів	22-25 балів
	Незначна обізнаність щодо проблеми, наведено короткий опис. Не демонструє самостійного мислення щодо обраної теми.	Наведено більшою мірою опис проблеми (без аналізу), недостатнє обґрунтування основних моментів, не достатньо послідовна аргументація, презентація відсутня або подана поверхнево. Опрацьована лише література, що рекомендована викладачем.	Продемонстровано розуміння, глибину та / або деталізацію проблеми; основні проблемні аспекти обґрунтовані, аргументи є послідовними; вивчаються різні точки зору, презентація є змістовною, послідовною. Опрацьована література лише рекомендована викладачем.	Досить глибоко та / або детально розкрита проблема, проаналізовані різні погляди на проблему; всі основні моменти викладені, аргументи послідовні та вагомі; аналізуються різні точки зору, наводяться власні пропозиції.
Аналітичний огляд з презентацією (залік)	<11 балів	11-15 балів	16-21 балів	22-25 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті, відсутній аналіз інших підходів до питання	Виконано усі вимоги завдання	Виконані усі вимоги завдання, продемонстровано, креативність, вдумливість, запропоновано власне вирішення проблеми

5.3. Формативне оцінювання:

Для оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
1	Комп'ютерна симуляція з елементами проблемних завдань	Під час занять
2	Усний зворотний зв'язок від викладача та студентів під час виконання індивідуального завдання	Під час занять
3	Усний зворотний зв'язок від викладача та студентів щодо аналітичного огляду з презентацією	10-й тиждень

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

6.1. Основні джерела:

- Єріна А.М., Захожий В.Б., Єрін Д.Л. Методологія наукових досліджень: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 212 с.
- Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем: навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця :ВНТУ, 2010. – 260 с.
- Лудченко А. А., Лудченко Я. А., Примак Т. А. Основы научных исследований: Учеб. Пособие / Под ред. А. А. Лудченко. – К.: О-во „Знання” КОО, 2002. – 114 с.
- Наринян А.Р. Основы научных исследований. Учебное пособие для вузов. / Наринян А.Р. – К.: 2002. – 112 с.

5. Основы научных исследований. Учебное пособие для вузов. \ Фрумкин Р.А. – Алчевск., 2001 -201 с.
6. Сиденко В. М., Грушко І. М. Основи наукових досліджень. – Харків, Вища школа, 2002 – 200 с.
7. Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Знання-Прес, 2002. – 295 с.
8. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посіб. / А. М. Єріна. - Тернопіль: Университетская книга, 2005. - 170 с.
9. Кошовий, М.Д. Оптимальне планування експерименту при дослідженні технологічних процесів, приладів і систем: навч. посіб./ [М.Д. Кошовий, О.М. Костенко, О.В. Заболотний та ін.]. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010.– 161 с.
10. Черемних Є.В. та інші, Теорія планування експерименту та приклади її застосування: навч. посіб. / Є.В. Черемних, Т.М. Сало. — Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2005. — 148 с.
11. Rajagopal K. Operations research / K. Rajagopal. - PHI Learning Pvt. Ltd., 2012. - 608 p.
12. Майборода Р.Є. Регресія / Р.Є. Майборода. – К.: ТВіМС, 2004. – 283 с.
13. Радченко С.Г. Формализованные и эвристические решения в регрессионном анализе: монография / С.Г. Радченко. – К.: Корнійчук, 2015. - 235 с.
14. Назаренко Л.А. Планування і обробка результатів експерименту: конспект лекцій. — Харків: ХНАМГ, 2008. — 163 с.
15. Томашевський О.В. Комп'ютерні технології статистичної обробки даних / О.В. Томашевський, В.П. Рисіков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. — 175 с.
16. Черемних Є.В. Теорія планування експерименту та приклади її застосування: навчальний посібник / Є.В. Черемних, Т.М. Сало. - Львів: Видавництво НУ "Львівська Політехніка", 2005. - 148 с.

6.2. Додаткові джерела:

17. Кундрат А.М., Кундрат М.М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel. Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2014. – 252с.
18. Майборода Р.Є., Сугакова О.В. Статистичний аналіз даних за допомогою пакету STATISTICA. Навчальний посібник (2012) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bit.ly/3BI4keB>
19. Steinhaus S. Comparison of Mathematical Programs for Data Analysis (Edition 5.03) [Електронний ресурс] – Munchen/Germany. – 64 p. – Режим доступу : <https://bit.ly/3p5A34x>
20. Лазарев Ю. Моделирование процессов и технических систем в MATLAB. Учебный курс. – Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 474 с.
21. Девін В.В., Ткачук В.С. Розв'язання задач кінематики точки з використанням системи MathCAD// Актуальні наукові дослідження в сучасному світі// Сб. наукових трудов - Переяслав-Хмельницький. 2018. (3). С.128-135 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32763343>
22. Іє. Konoplianchenko et al. Mathematical Modeling a Process of Strengthening Steel Part Working Surfaces at Carburizing Thereof by Electroerosive Alloying Method. (2018) AIP Conf. Proc. **2017**: 020008-1–020008-14. <https://doi.org/10.1063/1.5056271>.
23. V. Tarelnyk, Іє. Konoplianchenko, N. Tarelnyk, A. Kozachenko, "Modeling Technological Parameters for Producing Combined Electrospark Deposition Coatings", Materials Science Forum, Vol. 968, pp. 131-142, 2019. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.968.131>
24. Häse, F., Aldeghi, M., Hickman, R.J., Roch, L.M., Christensen, M., Liles, E., Hein, J.E., Aspuru-Guzik, A. Olympus: A benchmarking framework for noisy optimization and experiment planning (2021) Machine Learning: Science and Technology, 2 (3), art. no. 035021. <https://doi.org/10.1088/2632-2153/abcdc8>
25. Zhao, X., Pan, J., Li, L. Research of Integrated Impeller Modeling and Five-axis Machining Technology based on Reverse Engineering (2021) Journal of Physics: Conference Series, 1865 (3), art. no. 032037. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1865/3/032037>

26. Hofelich, M., Mantel, K.V., Bursac, N., Omidvarkarjan, D., Matthiesen, S., Meboldt, M., Schneider, T. Attributes of research environments for modelling engineering simulators for design support validation (2021) Procedia CIRP, 100, pp. 678-683. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.143>
27. Horvath, L. Research Configuration of Engineering Modeling Platform (2020) SACI 2020 - IEEE 14th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, Proceedings, art. no. 9118812, pp. 261-266. <https://doi.org/10.1109/SACI49304.2020.9118812>
28. Guo, M. Engineering-oriented modeling and experimental research on DC-biased transformers (2019) Modeling and Application of Electromagnetic and Thermal Field in Electrical Engineering, pp. 587-664. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0173-9_15
29. Кошевой, Н.Д. Методология повышения эффективности экспериментальных исследований / Н.Д. Кошевой, Е.М. Костенко // Интегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІПРК-2009): тез. доп. другої міжнар. наук.-практ. конф., 25–28 травня. – К.: НАУ, 2009.– С.165 - 166.
30. Афанасьева Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента / Н. Ю. Афанасьева, 2010. – М. : КноРус, 2010. – 330 с.
31. Офіційний сайт Mathcad. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mathcad.com.ua/>
32. Офіційний сайт Matlab. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/>
33. Офіційний сайт Smath Studio [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://en.smath.info/>
34. Офіційний сайт Maxima. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://maxima.sourceforge.net/>

6.1 Англомовні інтернет-ресурси

Онлайн органайзеры

[Docollab](#) – Helps to manage scientific research, collaborate with colleagues and publish findings.

[Elabftw](#) – Electronic lab notebook made by researchers, for researchers, with usability in mind.

[ELabJournal](#) – GLP-compliant Electronic Lab Notebook and lab management tool.

[Evernote](#) – A place to collect inspirational ideas, write meaningful words, move important projects forward.

[Findings App](#) – Lab notebook app that allows to organize experiments, keep track of results, manage protocols.

[Hivebench](#) – Hosted numeric laboratory notebook tool to manage protocols, experiments, share with team.

[Journal Lab](#) – A community of scientists who share open summaries and peer review of articles.

[LabArchives](#) – Web-based product to enable researchers to store, organize, and publish their research data.

[Labfolder](#) – Simple way to document research and to organize protocols and data.

[LabGuru](#) – Supports day to day activities of a research group (vision, execution, knowledge, logistics).

[Laboratory Logbook](#) – Document projects running in a lab, manage experimentally obtained data, metadata.

[sciNote](#) – Open source lab notebook with workflows and modular functionalities.

[Sumatra](#) – Automated electronic lab notebook for computational projects.

Інструменти для спільного проведення експериментів

[Emerald Cloud Lab](#) – A web-based life sciences lab, developed by scientists for scientists.

[ScienceExchange](#) – Marketplace for shared lab instrumentations.

[TetraScience](#) – Allows you to monitor & manage experiments from anywhere.

[Transcriptic](#) – A remote, on-demand robotic life science research lab with no hardware to buy or software to install.

[Addgene](#) – Plasmid sharing platform.

[Antibody Registry](#) – Gives researchers a way to universally identify antibodies used in the course of research.

[ELabInventory](#) – Web laboratory inventory management system designed for life science research labs.

[Nanosupply](#) – Platform facilitating sourcing and sharing of advanced materials for research and education.

[Sample of Science](#) – Peer-Sharing Platform for Scientific Samples.

Електронні лабораторії

[BioBright](#) – For better understanding of experimental conditions by connecting sensors to instruments.

Спільне використання зразків для досліджень

[Addgene](#) – Plasmid sharing platform.

[ELabInventory](#) – Web laboratory inventory management system designed for life science research labs.

[Nanosupply](#) – Platform facilitating sourcing and sharing of advanced materials for research and education.

[Sample of Science](#) – Peer-Sharing Platform for Scientific Samples.

Архів протоколів експериментів

[SciVee](#) – Science video sharing platform that includes protocols.

[Benchfly](#) – Video protocols and video platform for scientists.

[Benchling](#) – Life science data management and collaboration platform to create, find, and discuss protocols.

[IPOL journal](#) – Research journal of image processing & analysis with algorithm descriptions and source code.

[MyExperiment](#) – Share workflows and in silico experiments.

[Pegasus](#) – Platform that help workflow-based applications execute.

[Protocol online](#) – A curator of protocols contributed by researchers arounds the world.

[Scientific Protocols](#) – Share scientific protocols using the GitHub platform.

Робота із даними

[Datazar](#) – Research collaboration platform where you can easily explore, use and share data.

[Dat data](#) – Open source, decentralized data tool for distributing datasets small and large.

[Delve Health](#) – Comprehensive source of real-time intelligence focused on life science research industry.

[Kaggle](#) – Platform for data prediction competitions.

[Kitware](#) – Advanced software solutions and services for data intensive R&D.

[mloss](#) – Machine learning open source software.

[MyExperiment](#) – Share workflows and in silico experiments.

[nanoHUB](#) – Centralized platform for computational nanotechnology research, education, and collaboration.

[Ovation](#) – Simplifies scientific life from sample tracking for startup labs to data management.

[PCR Drive](#) – Free platform that supports researchers in all their PCR-related processes.

[Pegasus](#) – Platform that help workflow-based applications execute.

[Plotly](#) – Online tool to graph and share data.

[Riffyn](#) – Cloud software for visual, collaborative, reproducible innovation.

[ROpenSci](#) – Access to data repositories through the R statistical programming environment.

[Statcrunch](#) – Provides data analysis via the Web.

[Sumatra](#) – Automated electronic lab notebook for computational projects.

[SURF In context](#) – Navigate through RDF relations in a smooth and understandable way.

[Sweave](#) – Allows to embed the R code for complete data analyses in latex documents.

[Synapse](#) – Platform to support open, collaborative data analysis for clear, reproducible science.

[System in Cloud](#) – Platform, enabling clients to rapidly draw and execute data-flow diagram that run in cloud.

[Tableau](#) – Easily and quickly analyze and present data and share insights.

[Taverna](#) – A suite of tools used to design and execute scientific workflows.

[VisTrails](#) – Scientific workflow & provenance management system that supports data exploration.

[Wakari](#) – Web-based python data analysis.

[WebPlotDigitizer](#) – Web based tool to extract data from plots, images, and maps.

[Wings](#) – Semantic workflow system that assists scientists with the design of computational experiments.

[Wolfram Alpha](#) – Web-based tools for scientific calculations.

[World Map](#) – Allows users to explore, visualize, edit, collaborate with, and publish geospatial information.