

Силабус
освітнього компоненту ОК5
(умовне позначення ОК в освітній програмі (ОП))

Моделювання робочих процесів будівельних і дорожніх машин

Назва дисципліни:	Моделювання робочих процесів будівельних і дорожніх машин
Рівень вищої освіти:	другий (магістерський)
Галузь знань:	13 Механічна інженерія
Спеціальність:	133 Галузеве машинобудування
Освітньо-професійна (Освітньо-наукова) програма:	«Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання»
Сторінка курсу в Moodle:	https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=2451 https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=712
Рік навчання:	1
Семестр:	1 (осінній); 2 (весняний)
Обсяг освітнього компоненту	3 кредити (90 годин), 5,5 кредитів (165 годин)
Форма підсумкового контролю	Залік, Екзамен
Консультації:	за графіком
Назва кафедри:	кафедра інженерної та комп'ютерної графіки кафедра будівельних і дорожніх машин
Мова викладання:	українська, англійська
Керівник курсу:	Рагулін Віталій Миколайович, к.т.н., доцент; Єфименко Олександр Володимирович, к.т.н., доцент
Контактний телефон:	+38(057)7387797, (068)-991-98-06
E-mail:	vitaliyragulin@gmail.com, Kaf_bdm@ukr.net

Короткий зміст освітнього компоненту:

Метою є підготовка є підготовка фахівців на рівні магістра у галузі методів комп'ютерного моделювання робочих процесів моделей органів будівельних і дорожніх машин та теорії моделювання (ММ) для проектування будівельних машин та організаційно технічних систем їх застосування у практичній діяльності.

Предмет: практичні, теоретичні та методологічні основи, методичні положення наукових напрямків машинобудівних підприємств на сучасному етапі.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вміти ефективно використовувати сучасні методи комп'ютерного моделювання;
- обґрунтування і представлення єдиних теоретико-методологічних основ машинобудування;
- вивчення теорії моделювання робочих процесів систем машинобудування;
- формування напрямків удосконалення і розвитку механічних систем машинобудування;
- формування навичок організації самостійної науково-дослідницької роботи і презентації результатів наукових досліджень.

Передумови для вивчення освітнього компоненту:

OK2.5. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка; OK3.9. Деталі машин; OK3.12. Проектування металоконструкцій; OK3.13. Технологічні основи машинобудування; OK3.17. Основи автоматизованого проектування машин; OK3.18. Машини для земляних робіт; ОК 1. Динаміка БДМ; ОК 3. Застосування методів кінцевих елементів в техніці.

Компетентності, яких набуває здобувач:

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації;
- ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності;

СК3. Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії;

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

Результати навчання відповідно до освітньої програми:

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку;

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні;

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи;

РН6. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її;

РН8. Навички в розв'язанні завдань з підвищення якості підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх, меліоративних машин і обладнання.

Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
1	ЛК–1. Загальні відомості про моделювання. Види моделювання. Процес моделювання. Основи моделювання.	2	
	ПР–1. Налаштування програмного продукту. Моделювання загального завдання дорожньо-будівельної техніки.	2	
	СР. Ознайомлення з конструкцією, принципом дії, призначення індивідуального завдання за варіантом.	4	
2	ЛК–2. Поняття моделей та їх класифікація. Похибки обчислення при комп'ютерному моделюванні. Види	2	

	програмних продуктів для моделювання.		
	ПР–2. Аналіз елементів конструкції та ескізування вузлів дорожньо-будівельної техніки за варіантом.	2	
	СР. Ознайомлення з конструкторською документацією машинобудівної галузі.	4	
3	ЛК–3. Використання програмного продукту Autodesk Inventor при моделюванні робочих процесів БДМ. Ескізи, наслідування.	2	
	ПР–3. Робота у середовищі «деталь», «збірка»	2	
	СР. Моделювання тривимірних моделей вузлів у середовищі «деталь» за варіантами	4	
4	ЛК–4. Використання середовища динамічного моделювання у Autodesk Inventor.	2	
	ПР–4. Ознайомлення з особливостями у з'єднаннях динамічного моделювання.	2	
	СР. Моделювання тривимірних моделей вузлів з використанням середовища динамічного моделювання за варіантами.	6	
5	ЛК–5. Види з'єднань у динамічному моделюванні. Типи та їх параметри.	2	
	ПР–5. Налаштування та підготовка до процесу моделювання.	2	
	СР. Налаштування, використання та взаємозв'язок графічного отримання даних зі сторонніми програмами.	6	
6	ЛК–6. Види з'єднань у динамічному моделюванні. Вибір та їх редагування.	2	
	ПР–6. Завдання початкових умов моделювання при виконанні робочих процесів БДМ.	2	
	СР. Набуття навичок роботи для забезпечення виконання заданого руху за варіантом	6	
7	ЛК–7. Імітування руху елементів моделі машини.	2	
	ПР–7. Аналіз кінематики руху елементів конструкції машини	2	
	СР. Використання вивченого пакету для забезпечення руху машини за варіантом.	6	
8	ЛК–8. Робота з графічним отриманням даних моделювання у Autodesk Inventor	2	
	ПР–8. Оформлення розрахунково-графічного звіту за результатами моделювання машини	2	
	СР. Оформлення розрахунково-графічного звіту за результатами моделювання машини за варіантом.	6	
Усього за семестр 1		90	
1	ЛК–1. Поняття системи і моделі. Розвинута класифікація математичних моделей.	2	1
	ПР–1. Отримання випадкових чисел для статистичного моделювання та статистична обробка даних	2	

	СР. Тема 1.	10	25
2	ЛК–2. Детерміновані та стохастичні моделі. Динамічні та статичні моделі.	2	1
	ПР–2. Статистичне моделювання вирівнювання навантаження однакових деталей та вузлів машин.	2	
	СР. Тема 2.	10	25
3	ЛК–3. Автоматичне, напівавтоматичне та інтегроване моделювання.	2	1
	ПР–3. Імітаційне моделювання роботи екскаваторного загону з випадковим прибуттям самоскидів під навантаження	4	3
	СР. Тема 3.	10	25
4	ЛК–4. Метод Монте-Карло. Стислий історичний огляд. Задачі, які не мають у своїй побудові ніякої стохастичного сенсу.	2	1
	ПР–4. Моделювання динамічного процесу взаємодії робочого органу автогрейдера з непереборною перешкодою	4	3
	СР. Тема 4.	10	25
5	ЛК–5. Метод імітаційного моделювання. Типова схема реалізації	2	1
	ПР–5. Моделювання динамічного процесу роботи амортизуючого пристрою з метою оптимізації його дії	2	
	СР. Тема 5.	10	25
6	ЛК–6. Методи отримання випадкових чисел. Приклади генераторів випадкових чисел	2	1
	ПР–6. Рішення задач оптимізації геометрії навантажувача, мінімізація максимальних навантажень в гідросистемі	2	
	СР. Тема 6.	10	25
7	ЛК–7. Методи моделювання систем з випадковими процесами	2	
	ПР–7. Тема 6.	2	
	СР. Тема 7.	6	30
8	ЛК–8. Моделювання при оптимізації робочих процесів БДМ	2	
	ПР–8. Тема 6.	2	
	СР. Тема 8.	6	33
Усього за семестр 2		165	255
Разом	ЛК	32	6
	ПР (ЛР, СЗ)	48	6
	СР	135	213
	РГР	5	5

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (за наявності):

Розрахунково-графічна робота семестру №1 на тему «Моделювання робочих процесів БДМ в Autodesk Inventor»; розрахунково-графічна робота семестру №2 на тему «Моделювання робочих процесів БДМ в Ansys».

Методи навчання:

MН1–словесний метод (лекція, навчальна дискусія, пояснення, розповідь);

MН2 – практичний метод (практичні заняття, виконання вправ);

MН3 – наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій, креслення);

MН4 – робота з літературою (навчально-методичною; нормативною літературою; пошук інформації за завданням);

MН5 – відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (дистанційні, віртуальні моделі фізичних процесів);

MН6– самостійна робота;

MН10 – інноваційні методи (компетентнісний підхід).

Форми та методи оцінювання

ФМО2 – підсумковий контроль (семестровий іспит, курсова робота)

ФМО3 – усний контроль (бесіда)

ФМО5 – тестовий контроль

ФМО7 – практична перевірка (захист практичних робіт)

Система оцінювання та вимоги:

Поточна успішність

1 Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальною шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.1 Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

1.2 Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

2 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті (лабораторному чи семінарському) за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в

першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

3 Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу, поточні контрольні роботи за формулою:

$$K^{поточ} = \frac{K1+K2+...+Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, \dots, Kn$ – оцінка успішності n -го заходу поточного контролю;

n – кількість заходів поточного контролю.

Оцінки конвертуються у бали згідно шкали перерахунку (таблиця 1).

Таблиця 1 – Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу

4-бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100- бальна шкала
5	100	4,45	89	3,90	78	3,35	67
4,95	99	4,4	88	3,85	77	3,3	66
4,9	98	4,35	87	3,80	76	3,25	65
4,85	97	4,3	86	3,75	75	3,2	64
4,8	96	4,25	85	3,7	74	3,15	63
4,75	95	4,20	84	3,65	73	3,1	62
4,7	94	4,15	83	3,60	72	3,05	61
4,65	93	4,10	82	3,55	71	3	60
4,6	92	4,05	81	3,5	70	від 1,78 до 2,99	від 35 до 59
						повторне складання	
4,55	91	4,00	80	3,45	69	від 0 до 1,77	від 0 до 34
4,5	90	3,95	79	3,4	68	повторне вивчення	

Підсумкове оцінювання:

1. Підсумкове оцінювання (обрати потрібне в залежності від графіку):

1.1. Здобувач вищої освіти отримує залік на останньому занятті з дисципліни за результатами поточного оцінювання. Середня оцінка за поточну діяльність конвертується у бали за 100-бальною шкалою, відповідно до таблиці перерахунку (таблиця 1).

Здобувачі вищої освіти, які мають середню поточну оцінку з дисципліни нижче ніж «3» (60 балів), на останньому занятті можуть підвищити свій поточний бал шляхом складання тестів з дисципліни.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;
- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

1.2. Умовою отримання заліку є:

- відпрацювання всіх пропущених занять;
- середня поточна оцінка з дисципліни не нижче «3» (60 балів).

1.3. Результат навчання оцінюється:

– за двобальною шкалою (зараховано/не зараховано) згідно з таблицею 2;
Підсумкова оцінка разом з додатковими балами не може перевищувати 100 балів.

Таблиця 2 – Шкала переведення балів у національну систему оцінювання

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою
від 60 балів до 100 балів	зараховано
менше 60 балів	незараховано

2. Екзамен проводиться після вивчення всіх тем дисципліни і складається здобувачами вищої освіти в період екзаменаційної сесії після закінчення всіх аудиторних занять

3. До екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт передбачені навчальним планом з дисципліни:

- були присутні на всіх аудиторних заняттях (лекції, семінари, практичні);
- своєчасно відпрацювали всі пропущені заняття;

- набрали мінімальну кількість балів за поточну успішність (не менше 36 балів, що відповідає за національною шкалою «3»);

Якщо поточна успішність з дисципліни нижче ніж 36 балів, здобувач вищої освіти має можливість підвищити свій поточний бал до мінімального до початку екзаменаційної сесії.

4. Оцінювання знань здобувачів при складанні екзамену здійснюється за 100-бальною шкалою.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;
- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

5. Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни визначається як середньозважена оцінка, що враховує загальну оцінку за поточну успішність і оцінку за складання екзамену.

6. Розрахунок загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни проводиться за формулою:

$$PK^{екз} = 0,6 \cdot K^{поточ} + 0,4 \cdot E,$$

де $PK^{екз}$ – підсумкова оцінка успішності з дисциплін, формою підсумкового контролю для яких є екзамен;

$K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю (за 100-бальною шкалою);

E - оцінка за результатами складання екзамену (за 100-бальною шкалою).

0,6 і 0,4 – коефіцієнти співвідношення балів за поточну успішність і складання екзамену.

7. За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

7.1. Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за

поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

7.2. Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

– призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;

– призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;

– участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів

– участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;

– участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів

– участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;

– виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів.

7.3. Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

8. Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни не може перевищувати 100 балів.

Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни визначається згідно зі шкалою, наведеною в таблиці 3.

Таблиця 3 – Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	Зараховано	A	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
80–89	Добре	Зараховано	B	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального
75-79			C	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
67-74	Задовільно		D	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки
60-66			E	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.
35-59	Незадовільно	Не зараховано	FX	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
0-34	Неприйнятно		F	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Політика курсу:

- курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
- освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;
- самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;
- курсова робота повинна бути захищена не пізніше, ніж за тиждень до початку екзаменаційної сесії (*вказується за наявності*);
- під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf), «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних

робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85_1_01.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).

– у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;

– списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час онлайн тестування.

Рекомендована література:

1. Кириченко І.Г., Черніков О.В., Роговий А.С., Рагулін В.М., Резніков О.О., Табуров О.С. Особливості комп'ютерного моделювання та дослідження режимів роботи елементів піднімальної платформи // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2021. Вип. 95. С. 143–148.
2. Черніков О.В., Рагулін В.М., Андрієнко С.В. / Методичні вказівки та завдання до виконання індивідуальних завдань з дисципліни «Комп'ютерна графіка» за темою «Моделювання роботи механізмів» для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» Харків: ХНАДУ, 2019. – 22 с
3. Черніков О.В., Рагулін В.М., Андрієнко С.В. / Методичні вказівки та завдання до виконання індивідуальних завдань з дисципліни «Комп'ютерна графіка» за темою «Моделювання параметричного ряду деталей» для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 122 «Комп'ютерні науки» Харків: ХНАДУ, 2019. 20 с.
4. Рагулін В. М. Дослідження навантаження механізму підвіски тягової рами автогрейдера з використанням комп'ютерного моделювання // Молода наука–роботизація і нано-технології сучасного машинобудування : зб. наук. пр. Міжнар. молодіжної наук.-техн. конф. Краматорськ : ДДМА, 2019. С. 159–162.
5. Михайленко В.Є., Найдиш В.М., Підкоритов А.М., Скідан І.А. Інженерна та комп'ютерна графіка 3-є вид., пере-роб. і допов. – К.: Видавничий Дім «Слово» , 2011. 352 с.
6. Боев В.Д., Сыпченко Р.П., Компьютерное моделирование. ИНТУИТ.РУ, 2010. 349 с.
7. Єдина система конструкторської документації. Основні положення. Довідник: – Укр. та рос. мовами /За заг. ред. В.Л. Іванова. – Львів: НТЦ «Леонорм-стандарт», 2001. 272 с. (Серія «Нормативна база підприємства»).
8. Булавин Л.А., Выгорницкий Н.В., Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем. Долгопрудный: Издательский Дом "Интеллект", 2011. 352 с.
9. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1968. 356 с.
10. Дворецкий С.И., Муромцев Ю.Л., Погонин В.А. Моделирование систем. М.: Изд. центр "Академия", 2009. 320 с.
11. Кунин С. Вычислительная физика. М.: Мир, 1992. 518 с.
12. Паничев В.В., Соловьев Н.А. Компьютерное моделирование: учебное пособие. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. 130 с.
13. Рубанов В.Г., Филатов А.Г. Моделирование систем учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. 349 с.
14. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001. 320 с.

Додаткові джерела:

1. Боев В.Д., Сыпченко Р.П., Компьютерное моделирование. -- ИНТУ- ИТ.РУ, 2010. - 349 с.

2. Булавин Л.А., Выгорницкий Н.В., Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем. -- Долгопрудный: Издательский Дом "Интеллект", 2011. - 352 с.

3. Файловий архів кафедри ІКГ ХНАДУ (<http://files.khadi.kharkov.ua/mekhanichnij-fakultet/inzhenernoji-ta-kompyuternoji-grafiki.html>).

4. Файловий архів кафедри БДМ ХНАДУ (<http://files.khadi.kharkov.ua/mekhanichnij-fakultet/budivelnikh-i-dorozhnikh-mashin.html>).

5. Навчальний сайт ХНАДУ <https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=2451>.

6. Навчальний сайт ХНАДУ <http://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=727>.

Розробник (розробники)

силабусу навчальної дисципліни

підпис

Віталій Рагулін

ПІБ

Розробник (розробники)

силабусу навчальної дисципліни

підпис

Олександр Єфименко

ПІБ

Гарант освітньо-професійної програми

підпис

Володимир СУПОНЄВ

ПІБ

Завідувач кафедри ІКГ

підпис

Олександр ЧЕРНІКОВ

ПІБ

Завідувач кафедри БДМ

підпис

Наталія ФІДРОВСЬКА

ПІБ