

# **ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра галузевого машинобудування

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

О. Н. Романюк

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 р.

## **ВІРТУАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН**

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПІДГОТОВКИ ДОКТОРІВ ФІЛОСОФІЇ**

Рівень вищої освіти: III (освітньо-науковий)

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія

Спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

(шифр і назва галузі знань та спеціальності)

Вінниця 2016 рік

Робоча програма дисципліни «Віртуальне моделювання процесів та машин» для здобувачів спеціальності: 133 – Галузеве машинобудування. 2016. — 13 с.

Розробники програми:

Іванчук Я. В., к.т.н., доцент.

Робоча програма вибіркової навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри Галузевого машинобудування

Протокол від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2016 року № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (Іскович-Лотоцький Р.Д.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Гарант освітньої програми \_\_\_\_\_ (Іскович-Лотоцький Р.Д.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією факультету машинобудування та транспорту

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 року № \_\_\_\_

Голова Методичної комісії ФМТ \_\_\_\_\_ (Буренніков Ю. А.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Директор ІнМАД \_\_\_\_\_ (проф. Грушко О. В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від 21 квітня 2016 року № 8  
Голова \_\_\_\_\_ (проф. Романюк О. Н.)  
(підпис)

© Я. В. Іванчук, 2016 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів - 4	Вибіркова
Модулів - 2	<b>Рік підготовки</b>
Змістових модулів — 4	2-й
Загальна кількість годин — 120	<b>Семестр</b>
	4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання — контрольна робота для здобувачів заочної форми навчання, реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій.	<b>Лекції</b>
	18 год.
	<b>Практичні заняття</b>
	18 год.
	<b>Лабораторні</b>
	Не передбачені
	<b>Самостійна робота</b>
84 год. у т.ч. інд. завд. 18 год.	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 2 самостійної роботи здобувачів — 4,67	<b>Вид контролю:</b>
	диф. заліки

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни полягає у придбанні і засвоєнні студентами знань в області моделювання технологічних процесів і машин, що дозволяють проводити аналіз, за результатами якого з'являється можливість оцінити поточний технологічний процес, а також дослідити потенціал для оптимізації справжніх і впровадження нових технологічних процесів.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- одержання навичок використання комп'ютерного програмного забезпечення для розв'язання задач моделювання процесів та пристроїв галузі;
- вміння розробляти математичні моделі досліджуваних процесів та об'єктів галузі;
- одержання навичок аналізу результатів математичного моделювання досліджуваних процесів та об'єктів;
- одержання навичок підготовки баз даних для моделювання досліджуваних процесів та об'єктів;

- одержання навичок проведення експериментів з визначення параметрів надійності складних систем та діагностики сучасних машин.

Здобувач повинен **знати**:

- можливості та зміст меню програмного забезпечення для моделювання процесів у рідинах та у вологих дисперсних середовищах, для моделювання технологічних процесів механічної обробки та складання, для моделювання віртуальних виробничих систем та забезпечення їх комплексної автоматизації, а також для моделювання надійності та автоматизованої діагностики сучасних машин;
- засоби та методи математичного моделювання віртуальних виробничих систем, надійності складних систем, процесів у рідинах та у вологих дисперсних середовищах, технологічних процесах механічної обробки та систем комплексної автоматизації;
- методи обробки результатів математичного моделювання досліджуваних процесів та об'єктів, а також методи визначення розбіжностей відповідних розрахункових та експериментальних залежностей;
- методи розробки баз даних складних процесів;
- контрольно-вимірювальну апаратуру для проведення експериментів з визначення параметрів надійності складних систем та діагностики сучасних машин.

Здобувач повинен **вміти**:

- використовувати комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання задач моделювання процесів та пристроїв галузі;
- розробляти математичні моделі для визначення параметрів досліджуваних процесів та об'єктів галузі;
- проводити аналіз результатів моделювання моделей процесів у рідинах та у вологих дисперсних середовищах, моделювання параметрів надійності складних систем та автоматизованої діагностики сучасних машин;
- складання баз даних для моделювання технологічних процесів механічної обробки та складання, для моделювання віртуальних виробничих систем та забезпечення їх комплексної автоматизації;
- готувати та проводити експерименти та вимірювання з визначення параметрів надійності складних систем та діагностики сучасних машин, а також обробляти та аналізувати результатів експериментів.

Поточний та підсумковий контроль знань здобувачів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування під час практичного заняття, контрольних робіт, колоквиумів, тестування, диференційованого заліку.

На позааудиторну роботу виносяться вивчення окремих проблем курсу, підготовка до практичних занять, колоквиумів, тестування,

диференційованого заліку, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій).

### **3. Програма навчальної дисципліни**

*Змістовий модуль 1. Моделювання процесів у рідинах та у вологих дисперсних середовищах.*

**Тема 1. Організація вивчення дисципліни за КМС. Розрахунки зміни по об'єму рідини або середовища переміщень, швидкостей та прискорень частинок, а також густини в умовах швидкоплинних динамічних навантажень.**

**Тема 2. Комп'ютерне моделювання гідромеханічних і масообмінних процесів в програмі FlowVision.**

*Змістовий модуль 2. Моделювання технологічних процесів механічної обробки та складання.*

**Тема 3. Розрахунки основних робочих параметрів процесів (режимів обробки та складання) в програмі ADEM.**

**Тема 4. Розрахунки основних робочих параметрів ефективності процесів, автоматизована розробка технологічної документації ) в програмі ADEM.**

*Змістовий модуль 3. Моделювання віртуальних виробничих систем та комплексна автоматизація.*

**Тема 5. Розробка програм автоматизованого синтезу та аналізу віртуальних виробничих систем, виходячи з параметрів виробничих завдань, наявного обладнання, ступеню його завантаження, із забезпеченням мінімальної собівартості та оптимальної продуктивності виробництва.**

**Тема 6. Організаційно-технічна система автоматизованого забезпечення керування інформацією про виріб на виробництві, як частини її життєвого циклу ЛОЦМАН:PLM.**

**Змістовий модуль 4. Моделювання надійності та автоматизована діагностика сучасних машин.**

**Тема 7. Моделювання та дослідження параметрів надійності деталей та вузлів технологічних комплексів різного призначення.**

**Тема 8. Моделювання комплексної діагностики сучасних процесів та машин.**

**4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна, вечірня, заочна форми навчання)			
	усього	у тому числі		
		лек.	пр.	с.р.
<b>Модуль 1</b>				
<b>Змістовий модуль 1. Моделювання процесів у рідинах та у вологих дисперсних середовищах</b>				
Тема 1. Організація вивчення дисципліни за КМС. Розрахунки зміни по об'єму рідини або середовища переміщень, швидкостей та прискорень частинок, а також густини в умовах швидкоплинних динамічних навантажень [1-4, 1i].	14	2	2	10
Тема 2. Комп'ютерне моделювання гідромеханічних і масообмінних процесів в програмі FlowVision [2, 3, 1i].	17	3	3	11
<b>Разом за змістовим модулем 1.</b>	<b>31</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>21</b>
<b>Змістовий модуль 2. Моделювання технологічних процесів механічної обробки та складання</b>				
Тема 3. Розрахунки основних робочих параметрів процесів (режимів обробки та складання) в програмі ADEM [3, 8].	14	2	2	10
Тема 4. Розрахунки основних робочих параметрів ефективності процесів, автоматизована розробка технологічної документації ) в програмі ADEM [3, 8].	17	3	3	11
<b>Разом за змістовим модулем 2.</b>	<b>31</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>21</b>
<b>Разом за модулем 1.</b>	<b>62</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>42</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Змістовий модуль 3. Моделювання віртуальних виробничих систем та комплексна автоматизація</b>				
Тема 5. Розробка програм автоматизованого синтезу та аналізу віртуальних виробничих систем, виходячи з параметрів виробничих	14	2	2	10

завдань, наявного обладнання, степеню його завантаження, із забезпеченням мінімальної собівартості та оптимальної продуктивності виробництва [4д, 2і].				
Тема 6. Організаційно-технічна система автоматизованого забезпечення керування інформацією про виріб на виробництві, як частини її життєвого циклу ЛОЦМАН:PLM [5-7, 4д, 2і].	15	2	2	11
<b>Разом за змістовим модулем 3.</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>21</b>
<b>Змістовий модуль 4. Моделювання надійності та автоматизована діагностика сучасних машин</b>				
Тема 7. Моделювання та дослідження параметрів надійності деталей та вузлів технологічних комплексів різного призначення [3, 2д, 3і].	14	2	2	10
Тема 8. Моделювання комплексної діагностики сучасних процесів та машин [4, 3д, 3і].	15	2	2	11
<b>Разом за змістовим модулем 4.</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>21</b>
<b>Разом за модулем 2.</b>	<b>58</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>42</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>84</b>

## 5. Темі семінарських занять Навчальним планом не передбачені.

## 6. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		(денна, вечірня, заочна форма)
1	Тема Пр1. Аналіз і задання граничних умов в програмі FlowVision при моделюванні гідромеханічних і масообмінних процесів [4-6, 1і].	2
2	Тема Пр2. Застосування розпаралелювальних методів розрахунку на обчислювальних кластерах в програмі FlowVision при моделюванні гідромеханічних і масообмінних процесів [2, 7, 13, 1і].	3
3	Тема Пр3. Розробка технології, моделювання і підготовка керуючої програми в системі ADEM [3, 8].	2
4	Тема Пр4. Створення конструкторської документації і технологічного процесу механічної обробки деталі в програмі ADEM [3, 8].	3
5	Тема Пр5. Паралельне проектування складних і наскрізних техпроцесів групою конструкторів і технологів в реальному режимі часу [7-10, 3д, 2і].	2
6	Тема Пр6. Формування заказів на проектування спеціальних	2

	засобів технологічного оснащення и створення керуючих програм [7-10, 1д-3д, 2і].	
7	Тема Пр7. Моделювання параметрів надійності деталей та вузлів технологічних комплексів різного призначення в програмі ABAQUS [3і].	2
8	Тема Пр8. Діагностика параметрів надійності деталей та вузлів технологічних комплексів різного призначення на основі результатів моделювання в програмі ABAQUS [4д, 3і].	2
	<b>Усього годин</b>	<b>18</b>

## 7. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачені.

## 8. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість годин
		(денна, вечірня, заочна форма)
1	Тема Ср1. Побудова розрахункової сітки в програмі FlowVision при моделюванні гідромеханічних і масообмінних процесів [6-9, 2д-5д, 1і].	10
2	Тема Ср2. Аналіз ефективності обчислювальних методів і результатів розрахунку в програмі FlowVision при моделюванні гідромеханічних і масообмінних процесів [1-3, 4д, 1і].	11
3	Тема Ср3. Створення ескізу двовимірної моделі на основі тривимірного представлення деталі в ADEM CAD [3, 8].	10
4	Тема Ср4. Створення технологічних карт маршруту обробки деталі в модулі ADEM CAPP [3, 8].	11
5	Тема Ср5. Проектування устаткування і розробка керуючих програм ЧПК на автоматизованому виробництві в системі ЛОЦМАН:PLM [4-6, 3д, 2і]	10
6	Тема Ср6. Керування серверами баз даних і серверами додатків в системах автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва [1-8, 1д-4д].	11
7	Тема Ср7. Моделювання процесу зношування і прогнозування ресурсу роботи у спряжених деталях в системі чисельного моделювання ABAQUS [3і].	10
8	Тема Ср8. Розрахунок надійності деталей на основі результатів моделювання в системі чисельного моделювання ABAQUS [3і]	11
	<b>Усього годин</b>	<b>84</b>



## **9. Індивідуальні завдання**

Робочим навчальним планом передбачена індивідуальна робота: написання рефератів на задані теми, доповіді на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій.

## **10. Методи навчання**

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів та доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

На лекційних та практичних заняттях з дисципліни «Віртуальне моделювання процесів та машин» для підвищення ефективності вивчення студентами навчальних матеріалів, полегшення сприйняття та покращення запам'ятовування, підвищення наочності, передбачається використовувати роздаткові матеріали, рисунки на дошці.

## **11. Методи контролю**

Поточний контроль здійснюється у формі усного опитування студентів на лекційних та практичних заняттях. Поточний контроль здійснюється за питаннями, що наведені після матеріалів відповідних лекцій та практичних занять. Ще одним засобом контролю з дисципліни є колоквіуми, що проводяться в середині та наприкінці триместру, перед початком сесії. До колоквіумів студенти готуються за контрольними питаннями, наведеними після матеріалів лекцій та практичних занять, а також за додатковими питаннями до матеріалів, що винесені на самостійне опрацювання. Всі ці питання зведені до переліку, який студенти одержують до початку сесії і за яким вони готуються до іспиту. Перед початком сесії студенти повинні здати і захистити обидва реферати (індивідуальні завдання). Іспит є засобом підсумкового контролю, на якому виявляється остаточний рівень теоретичних знань та практичних навичок студентів. Він проводиться за білетами, що містять запитання з переліку.

## 12. Розподіл балів, які отримують здобувачів

Поточне тестування та самостійна робота				Сума
М1		М2		
ЗМ 1	ЗМ 2	ЗМ 3	ЗМ 4	100 балів
Т1 Т2	Т3 Т4	Т5 Т6	Т7 Т8	
20 балів	30 балів	20 балів	30 балів	

ЗМ1, ЗМ2, ..., ЗМ4 – змістові модулі;

Т1, Т2 ... Т8 - теми змістових модулів.

### Кількість і зміст модулів

Модуль	Кредити	Лекції (год.)	Практичні заняття (семінари) (год.)	Контрольна робота	Індивідуальні завдання	Колоквіуми
I	2	62	10	1	1	1
II	2	58	8	1	1	1

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	<b>A</b>	зараховано
82-89	<b>B</b>	
75-81	<b>C</b>	
64-74	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## **Оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)**

Вид роботи	Модуль	
	1	2
1. Виконання практичних завдань	10	10
2. Індивідуальні завдання	10	10
3. Контрольні роботи	10	10
4. Колоквіуми	20	20
Всього	50	50

### **13. Методичне забезпечення**

**Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:**

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Віртуальне моделювання процесів та машин».
2. Робочий план дисципліни на поточний семестр.
3. Матеріали навчального контенту.
4. Питання, задачі для поточного та підсумкового контролю.
5. Індивідуальні завдання для самостійної роботи здобувачів.
6. Комплект білетів для проведення диференційованого заліку.

### **14. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для вузов / Под ред. Н. М. Капустина. - М.: Высшая школа, 2004. - 415 с.
2. Кондранин Т. В. Применение пакетов прикладных программ при изучении курсов механики жидкости и газа: Учебное пособие / Т. В. Кондранин, Б. К. Ткаченко, М. В. Березникова и др.- М. :МФТИ, 2015. - 104 с.
3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Системи автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва. Практикум. Самостійна та індивідуальна робота студентів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Ю. В. Булига, Я. В. Іванчук // Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 119 с.

4. Андерсон Д. Вычислительная гидромеханика и теплообмен / Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер. – М.: Мир, 1990, т.1, – 385с., – т.2, 337с.
5. Роуч П. Вычислительная гидродинамика / П. Роуч. – М.: Мир, 1980, – 612 с.
6. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – Спб.: Питер, 2004. – 560 с.
7. Шандров Б. В. Автоматизация производства (металлообработка): Учебник для нач. проф. образования / Б. В. Шандров. – М.: ИРПО: Издательский центр «Академия», 2012. – 256 с.
8. Іскович-Лотоцький Р. Д. Системи автоматизованого проектування устаткування автоматизованого виробництва. Лабораторний практикум / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Ю. В. Булига, Я. В. Іванчук // Лабораторний практикум. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 81 с.
9. Михайленко В. Е. Геометрическое моделирование и машинная графика в САПР / В. Е. Михайленко - К.: Вища школа, 2011 г. – 315 с.
10. Гилой В. Интерактивная машинная графика / В. Гилой - М.: Мир, 1981 г. – 284 с.
11. Камягин В. Б. 3d Studio. Трехмерная компьютерная мультипликация. Практ. пособ. / В. Б. Камягин - М.: ЭКОН, 1995 г. – 202 с.
12. Жлуктов С. В. Моделирование отрывных течений в программном комплексе FlowVision-НПС [Текст] / С. В. Жлуктов, А. А. Аксёнов, С. А. Харченко, И. В. Москалёв, Г. Б. Сушко, А. С. Шишаева // Вычислительные методы и программирование, 2012, Том 11, С. 234-245.
13. Білан С. М. Засоби машинної графіки. Навчальний посібник. / С. М. Білан, Д. М. Коваль - Вінниця, ВДТУ, 2000 р. – 254 с.

### **Допоміжна**

1. Корчак С. Н. Системы автоматизированного проектирования процессов, приспособлений и режущих инструментов / Под ред. С.Н. Корчака – М. Машиностроение, 2008. – 352с.
2. Васин А. А. Оптимизация в автоматизированном проектировании: монография для специалистов по вычислительной математике, математическому моделированию, а также для инженеров, интересующихся применением математических методов в проектировании, будет полезна студентам, специализирующимся в области проектирования технических систем; ред. А. А. Васин.-М.: МАКС Пресс, 2013. - 324 с.
3. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. / И. П. Норенков — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.

4. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций / В. Н. Малюх — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Застосування автоматизованої системи чисельного моделювання FlowVision при моделювання задач гідро- і аеромеханіки// [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://flowvision.ru/webhelp/fvru\\_30904/](https://flowvision.ru/webhelp/fvru_30904/).
2. Застосування автоматизованої системи проектування ЛОЦМАН:PLM для автоматизації управління основним виробничим процесом проектної організації - розробкою і випуском проектно-кошторисної документації. // [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://pdmonline.ru/read/>..
3. Автоматизована система чисельного моделювання ABAQUS для виконання міцнісного аналізу деталей машин та обладнання // [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.3ds.com/ru/produkty-i-uslugi/simulia/produkty/abaqus/>.