

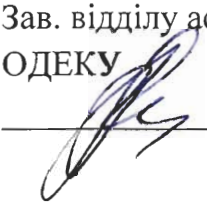
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення  
спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
від « 5 » 11 2020 року  
протокол № 8

Голова групи  (Мещеряков В. І.)

УЗГОДЖЕНО

Зав. відділу аспірантури та докторантури  
ОДЕКУ 

(Вітовська О. Т.)

**СИЛЛАБУС**

навчальної дисципліни  
**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

122 Комп'ютерні науки

(шифр та назва спеціальності)

Інформаційні технології у прикладних дослідженнях

(назва освітньої програми)

доктор філософії

(рівень вищої освіти)

очна (денна)

(форма навчання)

1

(рік навчання)

2

(семестр навчання)

5 / 150

(кількість кредитів ЄКТС / годин)

залік

(форма контролю)

Інформатики

(кафедра)

Одеса, 2020 р.

Автори: Великодний С. С., професор, д. т. н., доцент

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри АСМНС від  
«4» листопада 2020 року, протокол № 4.

Викладачі: лекції: Великодний С. С., професор, д. т. н., доцент

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

практичні заняття: Великодний С. С., професор, д. т. н., доцент

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Рецензент: Перелигін Б. В., завідувач кафедри АСМНС, к. т. н., доцент

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

#### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

## 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Формування у аспірантів теоретичних і практичних основ методології та технології моделювання у процесі дослідження, проектування і експлуатації систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій й інших об'єктів професійної діяльності; здатності реалізовувати алгоритми моделювання та проведення статистичних експериментів над моделлю для дослідження характеристик й станів складних об'єктів та подальшого прийняття оптимізаційних рішень за результатами моделювання
Компетентність	К09 Дослідницькі здатності у сфері комп'ютерних наук та інформаційних технологій. Здатність досліджувати та аналізувати складні системи та утворювати їх концептуальні імітаційні моделі
Результат навчання	P092 Розробляти програмне забезпечення імітаційних моделей за допомогою мов програмування і моделювання
Базові знання	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основи теорії та практики імітаційного моделювання систем та процесів;</li> <li>– основні класи імітаційних моделей систем та технології їх моделювання;</li> <li>– принципи побудови моделей процесів функціонування складних систем;</li> <li>– методи формалізації та алгоритмізації, можливості реалізації моделей за допомогою програмно-технічних засобів сучасних комп'ютерних технологій</li> </ul>
Базові вміння	<ul style="list-style-type: none"> <li>– використовувати методи імітаційного моделювання для дослідження, проектування та експлуатації складних систем;</li> <li>– розробляти схеми моделюючих алгоритмів процесів та систем, реалізовувати моделі за допомогою пакету прикладних програм моделювання GPSSW;</li> <li>– планувати та проводити статистичні експерименти із імітаційними моделями</li> </ul>
Базові навички	<ul style="list-style-type: none"> <li>– планування та проведення статистичного експерименту з імітаційними моделями для дослідження деяких характеристик системи або її стану;</li> <li>– складання алгоритмів прийняття рішень за</li> </ul>

	результатами моделювання; – використання методів прийняття рішень, отриманих за результатами моделювання
Пов'язані силлабуси	«Імітаційне моделювання» (1-й семестр)
Попередня дисципліна	«Професійна англійська мова»
Наступна дисципліна	вибіркова дисципліна з переліку А чи Б
Кількість годин	лекції: 45 практичні заняття: 30 лабораторні заняття: – семінарські заняття: – самостійна робота: 75

## 2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин		
	• Імітація випадкових подій. Схема випробувань за «жеребом»	3	2
	• Спеціальні методи імітації дискретних розподілів: рівномірний дискретний розподіл; геометричний розподіл; розподіл Пуассона	3	2
	• Стандартні методи імітації: основна теорема, алгоритм стандартного методу, границі його застосування. Приклади використання стандартних методів	3	2
	• Наближене формування розподілу: концептуальна схема та алгоритм наближеного формування розподілу	3	2
• Генерування нормально розподілених випадкових чисел; табличний спосіб; використання центральної граничної теореми; корекція розрахунків	3	2	

ЗМ-Л2	Планування імітаційних експериментів		
	• Основні поняття планування експериментів: відгук, фактори, функція відгуку	3	2
	• Апроксимуючий поліном. Рівняння регресії. Основні вимоги регресійного аналізу	3	2
	• Повні факторні плани: визначення, матриця планування, геометрична інтерпретація повнофакторного плану	3	2
	• Композиційні плани. Матриця композиційного плану.	3	2
ЗМ-Л3	• Геометрична інтерпретація композиційного плану. Ортогональний центральний композиційний план.	3	2
	Статистична перевірка результатів імітаційних експериментів		
	• Перевірка однорідності дисперсії: поняття однорідності дисперсії; схема перевірки гіпотези про однорідність дисперсій за критерієм Кохрена.	3	2
	• Перевірка значущості коефіцієнтів регресії. Нуль-гіпотеза. Критерій Стьюдента. Схема перевірки.	3	2
	• Статистична оцінка дисперсії адекватності. Критерії Фішера.	3	2
• Схема оцінки впливу факторів за допомогою коефіцієнтів регресії. Головний ефект	3	2	
• Змішування оцінок. Генеруюче співвідношення. Визначальний контраст.	3	2	
Разом:		45	30

Консультації:

проф. Великодний Станіслав Сергійович, четвер (за чисельником), 3 пара, ауд. 124 НЛК № 1.

## 2.2 Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Побудова процедурних моделей		
	• Імпорт моделей із іншого середовища	4	3
	• Протоколювання довільного доступу.	5	4

	Інтерпретація даних. • Вивчення бібліотечної процедури дисперсійного аналізу AnOVA	5	4
ЗМ-П2	Лінгвістичне забезпечення моделювання • Вивчення технології безперервного моделювання в GPSS • Мова PLUS як засіб низькорівневого лінгвістичного забезпечення • Використання мови PLUS в процедурах порівняння • Застосування команд мови PLUS. Робота із сліпими циклами перебору.	4 4 4 4	3 4 3 4
Разом:		30	25

Консультації:

проф. Великодний Станіслав Сергійович, четвер (за чисельником), 3 пара, ауд. 124 НЛК № 1.

### 2.3 Самостійна робота аспіранта та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять • Підготовка до модульної контрольної роботи № 1 • Модульна тестова контрольна робота № 1 (обов'язкова)	10 5	1-5 тижні 1-5 тижні 5 тиждень
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять • Підготовка до модульної контрольної роботи № 2 • Модульна тестова контрольна робота № 2 (обов'язкова)	10 5	6-10 тижні 6-10 тижні 10 тиждень
ЗМ-Л3	• Підготовка до лекційних занять • Підготовка до модульної контрольної роботи № 3 • Модульна тестова контрольна робота № 3 (обов'язкова)	10 5	11-15 тиж. 11-15 тиж. 15 тиждень
ЗМ-П1	• Підготовка до усного опитування під час практичних занять (обов'язкове)	11	1-7 тижні
ЗМ-П2	• Підготовка до усного опитування під час	14	8-15 тижні

	практичних занять (обов'язкова)		
	Підготовка до залікової контрольної роботи	5	15 тиждень
	Разом:	75	

### 1 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1.

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л1 в формі письмової модульної контрольної роботи МКР-1 тестового типу, в якій аспіранти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання МКР-1 визначається при видачі завдання і не перевищує 0,5 академічної години.

Максимальна оцінка за модульну тестову контрольну роботу складає 20 балів (тобто по 1 балу за кожну правильну відповідь на окреме тестове запитання) або 100% (тобто 5 % за кожну правильну відповідь). Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: правильна відповідь на 18 і більше запитань – відмінно (90 – 100 %), правильна відповідь на 15 – 17 запитань – добре (75 – 85 %), правильна відповідь на 12 – 14 запитань – задовільно (60 – 70 %), правильна відповідь менше ніж на 12 запитань – незадовільно (менше ніж 60 %). Таким чином: 100% за виконану модульну тестову роботу відповідають 20 балам за змістовний модуль, які вносяться до інтегральної відомості.

### 2 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л2.

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л1 в формі письмової модульної контрольної роботи МКР-2 тестового типу, в якій аспіранти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання МКР-2 визначається при видачі завдання і не перевищує 0,5 академічної години.

Максимальна оцінка за модульну тестову контрольну роботу складає 20 балів (тобто по 1 балу за кожну правильну відповідь на окреме тестове запитання) або 100% (тобто 5 % за кожну правильну відповідь). Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: правильна відповідь на 18 і більше запитань – відмінно (90 – 100 %), правильна відповідь на 15 – 17 запитань – добре (75 – 85 %), правильна відповідь на 12 – 14 запитань – задовільно (60 – 70 %), правильна відповідь менше ніж на 12 запитань – незадовільно (менше ніж 60 %). Таким чином: 100% за виконану модульну тестову роботу відповідають 20 балам за змістовний модуль, які вносяться до інтегральної відомості.

### 3 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л3.

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л3 в формі письмової модульної контрольної роботи МКР-3 тестового типу, в якій аспіранти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання МКР-3 визначається при видачі завдання і не перевищує 0,5 академічної години.

Максимальна оцінка за модульну тестову контрольну роботу складає 20 балів (тобто по 1 балу за кожну правильну відповідь на окреме тестове запитання) або 100% (тобто 5 % за кожну правильну відповідь). Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: правильна відповідь на 18 і більше запитань – відмінно (90 – 100 %), правильна відповідь на 15 – 17 запитань – добре (75 – 85 %), правильна відповідь на 12 – 14 запитань – задовільно (60 – 70 %), правильна відповідь менше ніж на 12 запитань – незадовільно (менше ніж 60 %). Таким чином: 100% за виконану модульну тестову роботу відповідають 20 балам за змістовний модуль, які вносяться до інтегральної відомості.

4 Методика підсумкового оцінювання контрольних заходів для всіх лекційних модулів.

Підсумкова оцінка за всі лекційні модулі дорівнює сумі набраних балів за лекційні модулі ЗМ-Л1, ЗМ-Л2 та ЗМ-Л3, яка не може перевищувати 60 балів.

5 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1.

За практичний модуль ЗМ-П1 встановлена максимальна оцінка 20 балів або 100 %. За усне опитування по двом практичним роботам встановлена максимальна оцінка у 6 балів за кожну, а по третій – у 8 балів, що сумарно дорівнює 20 балам або 100 %. Після усного опитування за усіма практичними роботами – викладач, що проводить практичну частину, виставляє до інтегральної відомості сумарний бал за усіма практичними роботами та виводить середню оцінку у відсотках за виконання практичної частини (100% якої дорівнює 20 балам).

За кожною практичною роботою, якщо аспірант за усне опитування одержав менше двох балів – він не допускається до виконання роботи, а якщо два та більше – допускається.

Підсумковою оцінкою за ЗМ-П1 буде сума балів за усне опитування, при цьому абсолютно усі практичні роботи повинні бути виконані. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П1 у остаточних балах: 18 балів і більше – відмінно (90 – 100%); 15 – 17 балів – добре (74 – 88%), 12 – 14 балів – задовільно (60 – 72%), менше 12 балів – незадовільно (менше 60%). Таким чином: 20 сумарних балів за ЗМ-П1 відповідають 100% за змістовний



модуль, які вносяться до інтегральної відомості.

6 Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П2.

За практичний модуль ЗМ-П2 встановлена максимальна оцінка 20 балів або 100 %. За усне опитування по кожній з чотирьох практичних робіт встановлена максимальна оцінка у 5 балів за кожну, що дорівнює 20 балам або 100 %. Після усного опитування за усіма практичними роботами – викладач, що проводить практичну частину, виставляє до інтегральної відомості сумарний бал за усіма практичними роботами та виводить середню оцінку у відсотках за виконання практичної частини (100% якої дорівнює 20 балам).

За кожною практичною роботою, якщо аспірант за усне опитування одержав менше двох балів – він не допускається до виконання роботи, а якщо два та більше – допускається.

Підсумковою оцінкою за ЗМ-П2 буде сума балів за усне опитування, при цьому абсолютно усі практичні роботи повинні бути виконані. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П2 у остаточних балах: 18 балів і більше – відмінно (90 – 100%); 15 – 17 балів – добре (74 – 88%), 12 – 14 балів – задовільно (60 – 72%), менше 12 балів – незадовільно (менше 60%). Таким чином: 20 сумарних балів за ЗМ-П2 відповідають 100% за змістовний модуль, які вносяться до інтегральної відомості.

7 Методика підсумкового оцінювання контрольних заходів для всіх практичних модулів.

Підсумкова оцінка за всі практичні модулі дорівнює сумі набраних балів за модулі ЗМ-П1 та ЗМ-П2, яка не може перевищувати 40 балів.

8 Методика оцінювання за всіма змістовними модулями.

Підсумковою оцінкою за всіма змістовними модулями (ОЗ) буде сума балів за лекційні та за практичні модулі.

Згідно з п. 4.5.6. положення про силлабус навчальної дисципліни в ОДЕКУ: якщо обов'язкові заходи контролю виконуються аспірантом після строків, визначених у програмі навчальної дисципліни, кількість балів, що може отримати аспірант, не може перевищувати 60% від максимально можливої для цієї форми контролю, тобто 30 балів за суму лекційних модулів та 30 балів за суму практичних модулів.

Згідно з п. 4.5.9. положення про силлабус навчальної дисципліни в ОДЕКУ: у разі пропуску аспірантом 50% та більше лекційних занять без поважної причини, підсумкова оцінка за всіма змістовними модулями (ОЗ) знижується на 25% (стовпчик ПЛ у інтегральній відомості), таким чином

виконується рекомендація п. 4.5.10 положення про силлабус навчальної дисципліни в ОДЕКУ.

9 Методика проведення та оцінювання підсумкового контрольного заходу.

Підсумковий контрольний захід проводиться у формі залікової контрольної роботи (ЗКР) тестового типу, у якій аспіранти відповідають на 25 запитань, що складено за матеріалом модулів ЗМ-Л1 – ЗМ-Л3. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання залікової контрольної роботи визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Максимальна оцінка за залікову контрольну роботу (ОЗКР) складає 100 балів або 100 % (по 4 бали або відсотки за кожну вірну відповідь з 25 запитань). Критерії оцінювання результатів залікової контрольної роботи: 23 і більше правильних відповідей – відмінно (92 – 100 %), правильна відповідь на 19 – 22 запитань – добре (76 – 88 %), правильна відповідь на 15 – 18 запитань – задовільно (60 – 72 %), правильна відповідь менше ніж на 15 запитань – незадовільно (менше ніж 60%).

10 Методика підсумкового оцінювання за дисципліну.

Сума балів, яку одержав аспірант за лекційні, практичні модулі та за залікову контрольну роботу формують інтегральну оцінку аспіранта з навчальної дисципліни. При цьому, умовами допуску до заліку є отримання більше 30 балів з теоретичної частини та більше 20 балів з практичної частини. Інтегральна оцінка (В) за дисципліну розраховується за формулою:

$$B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за всіма змістовними модулями, ОЗКР – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) залікової контрольної роботи.

При цьому позитивна інтегральна оцінка з дисципліни (зараховано) одержується аспірантом за наступних умов: аспірант має  $OЗ \geq 60\%$  та  $OЗКР \geq 50\%$  від максимально можливої за залікову контрольну роботу.

### **3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ АСПІРАНТІВ**

Рекомендується наступний порядок вивчення дисципліни «Імітаційне моделювання»:

– зміст кожної теми курсу вивчається за допомогою навчальної та методичної літератури, що наведена у переліку;

– після засвоєння змісту кожної теми курсу потрібно відповісти на запитання самоперевірки, що наведені;

– якщо виникли питання та складності при вивченні теоретичного матеріалу або при виконанні практичних робіт, то необхідно звернутись за консультацією до професора (за встановленим у силлабусі розкладом консультацій).

### 3.1 Модуль ЗМ-Л1 «Генерування випадкових подій і дискретно розподілених випадкових величин»

#### 3.1.1 Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л1 формують у аспірантів уявлення про точність оцінки ймовірності за допомогою відносної частоти; програмні способи одержання рівномірної випадкової послідовності та методи перевірки якості псевдовипадкових чисел.

При вивченні цих розділів необхідно звернути увагу на розвиток і застосування методу Монте-Карло, принципову схему генерування рівномірної випадкової послідовності.

#### 3.1.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до тестів до модуля ЗМ-Л1 і являють собою необхідний мінімум знань, який необхідний для засвоєння дисципліни «Імітаційне моделювання», наведені нижче:

1. Експериментальний метод дослідження складних процесів, котрі мають місце в реальних системах та які зберігають повністю чи в основному природу процесу оригіналу?

2. Галузь математики, яка розробляє теорію та числові методи розв'язання задач, пов'язаних із знаходженням екстремуму функції багатьох змінних при наявності системи обмежень?

3. Логічний чи математичний опис компонентів і функцій, що відбивають істотні властивості об'єкта чи процесу, який моделюється?

4. Особлива форма проведення експериментів на ПК з математичними моделями, які з певним ступенем імовірності описують закономірності функціонування реальних систем і об'єктів?

5. Відповідність моделі (за деякою сукупністю визначальних характеристик) процесу чи об'єкту, що моделюється?

6. Величини, зумовлені зовнішніми, стосовно досліджуваної системи причинами?

7. Дані, які використовуються для керування локальною мережею?

8. Сукупність методів розв'язання нелінійних оптимізаційних задач з цільовою функцією, що дозволяє розподіляти вплив аргументів на загальний результат?

9. Метод, в основу якого покладено відтворення в спеціальних лабораторних умовах певних випадків, які можуть мати місце в реальних системах?

10. Розділ прикладної математики, що займається вивченням задач пошуку екстремуму функцій на якійсь множині й розробкою методів розв'язання цих задач?

11. Комплексна математична й алгоритмічна модель досліджуваної системи?

12. Пристрій, який обробляє інформацію, подану в неперервній формі?

13. Побудова моделі та дослідження її аналітичними, числовими, графічними чи якісними методами для отримання певних характеристик досліджуваної реальної системи?

14. Сукупність прийомів, які дають змогу знаходити оптимальні рішення на основі обчислень наслідків кожного рішення і створення оптимальної стратегії для наступних рішень?

15. Математичний опис явища чи об'єкта, який здійснюється з метою їх дослідження та управління ними, шляхом вироблення управлінських рішень?

16. Створення виробничих підприємств, об'єднань, об'єктів інфраструктури, що включають в себе комплекс робіт для проведення досліджень, підготовки техніко-економічного обґрунтування, комплексу проектних документів тощо?

17. Перевірка достовірності, істинності моделі?

18. Величини, зумовлені внутрішніми, стосовно досліджуваної системи причинами?

19. Логічна одиниця інформації мережевого потоку?

20. Наукове припущення, яке висунуто для пояснення певних явищ дійсності?

### 3.2 Модуль ЗМ-Л2 «Планування імітаційних експериментів»

#### 3.2.1 Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л2 формують у аспірантів уявлення про основні поняття планування експериментів: відгуки, фактори та функція відгуку; про

основні вимоги регресійного аналізу та властивості повного факторного плану.

При вивченні цих розділів необхідно приділити увагу визначенню коефіцієнтів лінійної регресії, реалізації композиційних та ортогональних центральних композиційних планів.

### 3.2.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до тестів до модуля ЗМ-Л2 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни «Імітаційне моделювання», наведені нижче:

1. Наближене подання функції розподілу ймовірностей випадкової величини, побудоване на основі вибірки скінченного обсягу?
2. Явище існування вихідної величини, при нульовій вхідній?
3. Якщо різниця між цілими числами  $A$  та  $B$  ділиться на модуль  $m$  без остачі, то  $A$  та  $B$  – це?
4. Умови, за яких розподіл ймовірностей суми великої кількості незалежних доданків близький до нормального?
5. Подія, яка за певних умов може як відбутися, так і не відбутися?
6. Величина, що залежно від випадку набуває того чи іншого значення за певним законом розподілу?
7. Найважливіший в теорії ймовірностей закон розподілу?
8. Числова характеристика розподілу ймовірностей випадкової величини, яка характеризує середнє значення цієї величини?
9. Числа, що їх отримують програмним способом?
10. Рівномірна ймовірнісна випадкова числова послідовність на визначеному відрізку?
11. Якщо у результаті спроби може настати одна з несумісних у сукупності подій?
12. Величина, яка набуває скінченної кількості значень або всі її значення можна розмістити у вигляді нескінченної послідовності?
13. Числова характеристика розподілу ймовірностей випадкової величини, яка характеризує розсіювання значень цієї випадкової величини?
14. Графічне наближене зображення щільності випадкової величини, побудоване за вибіркою скінченного обсягу?
15. Ступінь зв'язку між двома значеннями випадкового процесу у моменти часу?
16. Спеціальні приставки, що утворюють випадкові числа, використовуючи фізичні явища?

17. Якщо ймовірність появи однієї події не залежить від того, здійснилися чи ні інші?

18. Величина, яка може приймати будь-які значення з деякого замкненого або відкритого інтервалу, в тому числі і нескінченного?

19. Кількість підряд згенерованих програмним датчиком чисел, серед яких немає однакових?

20. Характеристика деяких методів отримання РВП, яка полягає в тому, що при виборі параметрів програмного генератора, отримується невелике значення випадкових чисел?

### 3.3 Модуль ЗМ-ЛЗ «Статистична перевірка результатів імітаційних експериментів»

#### 3.3.1 Повчання

Розділи модуля ЗМ-ЛЗ формують у аспірантів уявлення дії експериментатора при відхиленні гіпотези; про схему перевірки гіпотези на однорідність дисперсій та схему оцінки впливу факторів за допомогою коефіцієнтів регресії.

При вивченні цих розділів необхідно приділити увагу спеціальним методам статистичної оцінки дисперсії адекватності; головному ефекту, змішування оцінок, генеруючому співвідношенню та визначальному контрасту; способам пошуку екстремуму функції відгуку.

#### 3.3.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до тестів до модуля ЗМ-ЛЗ і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни «Імітаційне моделювання», наведені нижче:

1 Математична модель, що являє собою залежність математичного сподівання від факторів?

2 Математико-статистична дисципліна, яка вивчає методи раціональної організації експериментальних досліджень?

3 Сутність, що включає повний чи дробовий факторні експерименти, нульову точку, «зіркові» точки, які розміщені на осях кодованої системи координат?

4 Внесок фактора в значення функції відгуку під час переходу його від нижнього рівня до верхнього, який в кодованій системі вимірювання факторів дорівнює подвоєному коефіцієнту регресії при відповідній змінній?

5 Небажана властивість дробових експериментів, яка полягає в тому, що

один і той самий коефіцієнт регресії може відображати вплив на функцію відгуку окремих факторів і ефектів взаємодії?

6 Форма подання повного факторного експерименту?

7 Виявлення закономірностей розвитку системи й встановлення кількісних співвідношень між змінними величинами та параметрами, що описують функціонування системи?

8 Сутність, величина зіркового плеча якої визначається з умови ортогональності усіх вектор-стовпців матриці планування?

9 Відношення між факторами, яке використовується для побудови дробових факторних планів?

10 Властивість експериментальних досліджень функції відгуку, яка означає, що вимірювання цієї величини однакові в усіх точках експерименту?

11 Змінна величина, яка, за припущенням, впливає на результати експерименту?

12 Встановлення значень факторів, які забезпечують оптимальний режим функціонування системи?

13 Величина з факторного простору, яка відповідає оптимальному плану?

14 Структура, спрямована в бік найшвидшого зростання значення функції?

15 Експеримент, в якому реалізується лише частина числа можливих поєднань рівнів факторів?

16 Відповідність моделі з певною мірою наближення системі чи процесу, що досліджується?

17 Виявлення закономірностей розвитку системи й встановлення кількісних співвідношень між змінними величинами та параметрами, що описують функціонування системи?

18 Чисельний пошук функції при якому напрямок пошуку екстремуму в кожній точці перпендикулярний до лінії однакового рівня?

19 Ендогенна величина, яка, за припущенням, залежить від факторів?

20 Наближене зображення одних математичних об'єктів іншими?

### 3.4 Модуль ЗМ-П1 «Побудова процедурних моделей»

#### 3.4.1 Повчання

При вивченні практичного модуля аспіранти набувають уміння створювати процеси зчитування та запису інформації у зовнішні файли та вміти працювати з вивченими командами; виконувати запис у вибраний рядок файлу із використанням довільного доступу.

При вивченні цього модуля необхідно звернути увагу на практичне

застосування одержаних теоретичних знань про методи і засоби зчитування даних; роботу з бібліотечною процедури дисперсійного аналізу.

Перевірка якості засвоєних знань і одержаних навичок, при вивченні цього модуля, здійснюється професором під час проведення усного опитування на практичних заняттях, шляхом усного опитування із наведених теоретичних питань.

### 3.4.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до модуля ЗМ-П1 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для оволодіння базовими вміннями, отриманими під час практичних занять з дисципліни «Імітаційне моделювання», наведені нижче:

1. Що називається процедурною моделлю?
2. Назвіть два види оформлення черг?
3. Яка команда використовується для виводу гістограми? Вкажіть та охарактеризуйте її параметри.
4. За допомогою якої функціональної клавіші можна зупинити процес моделювання?
5. Яка команда відповідає за перезапуск процесу моделювання?
6. Вкажіть назву вікна перегляду гістограм?
7. Наведіть формат запису команди, що використовується для завдання матриці планування мовою GPSS?
8. Охарактеризуйте операнди, що використовуються під час команди створення матриці планування?
9. Яку команду необхідно використовувати для звернення до розмірностей матриці?
10. Якою командою необхідно скористатися в випадку зміни типу даних елементу?
11. Який стандартний числовий атрибут використовується для звернення до елементу матриці планування?
12. Що необхідно зробити для зміни площин відображення матриці?

## 3.5 Модуль ЗМ-П2 «Лінгвістичне забезпечення моделювання»

### 3.5.1 Повчання

При вивченні практичного модуля аспіранти набувають уміння користуватися технологіями безперервного моделювання у середовищі GPSS;



застосовувати мову PLUS як засіб низькорівневого лінгвістичного забезпечення.

При вивченні цього модуля необхідно звернути увагу на практичне використання мови PLUS у процедурах порівняння та до застосовувати команди мови PLUS при роботі із циклами.

Перевірка якості засвоєних знань і одержаних навичок, при вивченні цього модуля, здійснюється професором під час проведення усного опитування на практичних заняттях, шляхом усного опитування із наведених теоретичних питань.

### 3.5.2 Питання для самоперевірки

Запитання, що входять до модуля ЗМ-П1 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для оволодіння базовими вміннями, отриманими під час практичних занять з дисципліни «Імітаційне моделювання», наведені нижче:

1. В якому діалоговому вікні з'являться обчислені значення матриці?
2. Охарактеризуйте режим ручного моделювання з подальшим перевизначенням матриці.
3. Охарактеризуйте вікна ключів та комірок?. Поясніть мету їх використання.
4. Вкажіть способи вибору та переключення між вікнами комірок та ключів?
5. Вкажіть: за допомогою якої функціональної клавіші можна запустити покроковий режим відображення запуску процесу моделювання?
6. Охарактеризуйте кадри процесу моделювання?
7. Опишіть, яким чином можна обрати перегляд вікна списку поточних подій?.
8. З якою метою можна проводити деталізацію пріоритетів транзактів?
9. Яка інформація міститься в діалоговому вікні кадру транзакту?
10. Яким чином можна виконати моделювання списку майбутніх подій?
11. За допомогою якої команди можна виконати формування кадру групи транзактів?
12. Що означають значення, що містяться в кадрі числових груп?

## 4 ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

### 4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

1. Метод дослідження, який використовує пряме порівняння між величинами, властивими одному явищу, і, формально такими ж, величинами, притаманними іншому явищу? [1, стор. 16 – 17]

2. Розділ математичного програмування, який вивчає екстремальні задачі, у яких на шукані змінні накладаються умови цілочисельності, а область допустимих рішень скінченна? [1, стор. 24]

3. Людино-машинна система, у якій реалізується міркування, використовуючи дані з баз даних і знання з баз знань, підсилюючи тим самим інтелектуальні можливості людини? [1, стор. 23]

4. Методи управління великими науково-технічними розробками, будівництвом та іншими комплексами робіт, заснованих на використанні ПК і спеціалізованих графіків? [1, стор. 16 – 17]

5. Метод вивчення складних явищ, шляхом відтворення їх на ЕОМ за допомогою моделей та спостереження за машинними результатами з можливим втручанням в обчислювальний процес? [1, стор. 31]

6. Гасіння коливань у динамічній системі, внаслідок розсіювання енергії? [1, стор. 10 – 11]

7. Наближене зображення одних об'єктів іншими у тому чи іншому значенні, близькому до вихідних? [1, стор. 42]

8. Пристрій, за допомогою якого забезпечується підключення обчислювальної техніки до середовища передачі? [1, стор. 43]

9. Побудова об'єкта, що вивчається, а також аналіз на його основі тих чи інших корисних (прийнятних) властивостей оригіналу? [1, стор. 16]

10. Розділ математичного програмування, який вивчає методи розв'язання екстремальних задач з цільовою функцією і (або) системою нелінійних обмежень? [1, стор. 24]

11. Вироблення і прийняття управлінських рішень в різних виробничих ситуаціях, шляхом проведення симульованих подій, згідно з заданим сценарієм? [1, стор. 23]

12. Метод виконання на ЕОМ експериментів з математичними моделями, що описують поведінку складних систем протягом тривалих відтинків часу? [1, стор. 18 – 19]

13. Перевірка вірності реалізації моделі? [1, стор. 31]

14. Інформація, необхідна для розв'язання обраної задачі? [1, стор. 43]

15. Потік повідомлень або даних у мережі передачі даних? [1, стор. 43]

16. Сприйняття певного явища, що являє собою принципову основу або ідейну структуру, яка згодом може бути реалізована математичними і технічними засобами? [1, стор. 42]

17. Інформація, що вводиться користувачем у ЛОМ або отримуються ним з мережі? [1, стор. 43]

18. Сукупність технічних засобів середовища передачі даних? [1, стор. 43]

19. Розділ дослідження операцій, який вивчає різноманітні процеси в сферах попиту будь-якого виду? [1, стор. 43]

20. Сукупність засобів передачі та розподілу даних? [1, стор. 43]

21. Експериментальний метод дослідження складних процесів, котрі мають місце в реальних системах та які зберігають повністю чи в основному природу процесу оригіналу? [1, стор. 9 – 10]

22. Галузь математики, яка розробляє теорію та числові методи розв'язання задач, пов'язаних із знаходженням екстремуму функції багатьох змінних при наявності системи обмежень? [1, стор. 23]

23. Логічний чи математичний опис компонентів і функцій, що відбивають істотні властивості об'єкта чи процесу, який моделюється? [1, стор. 22]

24. Особлива форма проведення експериментів на ПК з математичними моделями, які з певним ступенем імовірності описують закономірності функціонування реальних систем і об'єктів? [1, стор. 21]

25. Відповідність моделі (за деякою сукупністю визначальних характеристик) процесу чи об'єкту, що моделюється? [1, стор. 28 – 31]

26. Величини, зумовлені зовнішніми, стосовно досліджуваної системи причинами? [1, стор. 31]

27. Дані, які використовуються для керування локальною мережею? [1, стор. 43]

28. Сукупність методів розв'язання нелінійних оптимізаційних задач з цільовою функцією, що дозволяє розподіляти вплив аргументів на загальний результат? [1, стор. 21]

29. Метод, в основу якого покладено відтворення в спеціальних лабораторних умовах певних випадків, які можуть мати місце в реальних системах? [1, стор. 21]

30. Розділ прикладної математики, що займається вивченням задач пошуку екстремуму функцій на якійсь множині й розробкою методів розв'язання цих задач? [1, стор. 24]

31. Комплексна математична й алгоритмічна модель досліджуваної системи? [1, стор. 31]

32. Пристрій, який обробляє інформацію, подану в неперервній формі? [1, стор. 22 – 23]

33. Побудова моделі та дослідження її аналітичними, числовими, графічними чи якісними методами для отримання певних характеристик досліджуваної реальної системи? [1, стор. 22]

34. Сукупність прийомів, які дають змогу знаходити оптимальні рішення на основі обчислень наслідків кожного рішення і створення оптимальної стратегії для наступних рішень? [1, стор. 24]

35. Математичний опис явища чи об'єкта, який здійснюється з метою їх дослідження та управління ними, шляхом вироблення управлінських рішень? [1, стор. 22]

36. Створення виробничих підприємств, об'єднань, об'єктів інфраструктури, що включають в себе комплекс робіт для проведення досліджень, підготовки техніко-економічного обґрунтування, комплексу проектних документів тощо? [1, стор. 23]

37. Перевірка достовірності, істинності моделі? [1, стор. 28]

38. Величини, зумовлені внутрішніми, стосовно досліджуваної системи причинами? [1, стор. 31]

39. Логічна одиниця інформації мережевого потоку? [1, стор. 43]

40. Наукове припущення, яке висунуто для пояснення певних явищ дійсності? [1, стор. 42]

#### 4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.

1. Фізичний пристрій, призначений для утворення рівномірної випадкової послідовності чисел? [1, стор. 92]

2. Якщо ймовірність появи однієї події залежить від того, здійснилися чи ні інші? [1, стор. 101]

3. Спеціальна структура, елементами якої є випадкові цифри, отримані фізичним чи програмним генераторами? [1, стор. 92]

4. Сукупність формальних процедур, засобами яких відтворюються будь-які випадкові фактори? [1, стор. 79]

5. Числова характеристика розподілу ймовірностей випадкової величини, яка характеризує розсіювання значень цієї випадкової величини? [1, стор. 79]

6. Графічне наближене зображення щільності випадкової величини, побудоване за вибіркою скінченного обсягу? [1, стор. 93]

7. Ступінь зв'язку між двома значеннями випадкового процесу у моменти часу? [1, стор. 101]

8. Спеціальні приставки, що утворюють випадкові числа, використовуючи фізичні явища? [1, стор. 92]
9. Якщо ймовірність появи однієї події не залежить від того, здійснилися чи ні інші? [1, стор. 112]
10. Величина, яка може приймати будь-які значення з деякого замкненого або відкритого інтервалу, в тому числі і нескінченного? [1, стор. 79]
11. Кількість підряд згенерованих програмним датчиком чисел, серед яких немає однакових? [1, стор. 92]
12. Характеристика деяких методів отримання РВП, яка полягає в тому, що при виборі параметрів програмного генератора, отримується невіддале значення випадкових чисел? [1, стор. 92]
13. Найважливіший в теорії ймовірностей закон розподілу? [1, стор. 112]
14. Числова характеристика розподілу ймовірностей випадкової величини, яка характеризує середнє значення цієї величини? [1, стор. 79]
15. Числа, що їх отримують програмним способом? [1, стор. 93]
16. Рівномірна ймовірнісна випадкова числова послідовність на визначеному відрізку? [1, стор. 101]
17. Якщо у результаті спроби може настати одна з несумісних у сукупності подій? [1, стор. 101]
18. Величина, яка набуває скінченної кількості значень або всі її значення можна розмістити у вигляді нескінченної послідовності? [1, стор. 101]
19. Наближене подання функції розподілу ймовірностей випадкової величини, побудоване на основі вибірки скінченного обсягу? [1, стор. 112]
20. Явище існування вихідної величини, при нульовій вхідній? [1, стор. 113]
21. Сукупність технічних засобів середовища передачі даних? [1, стор. 101]
22. Розділ дослідження операцій, який вивчає різноманітні процеси в сферах масового попиту будь-якого виду [1, стор. 92]:
23. Якщо різниця між цілими числами  $A$  та  $B$  ділиться на модуль  $m$  без остачі, то  $A$  та  $B$  – це? [1, стор. 92]
24. Умови, за яких розподіл ймовірностей суми великої кількості незалежних доданків близький до нормального? [1, стор. 112]
25. Подія, яка за певних умов може як відбутися, так і не відбутися? [1, стор. 101]
26. Величина, що залежно від випадку набуває того чи іншого значення за певним законом розподілу? [1, стор. 101]
27. Найважливіший в теорії ймовірностей закон розподілу? [1, стор. 113]

28. Числова характеристика розподілу ймовірностей випадкової величини, яка характеризує середнє значення цієї величини? [1, стор. 79]
29. Числа, що їх отримують програмним способом? [1, стор. 92]
30. Рівномірна ймовірнісна випадкова числова послідовність на визначеному відрізку? [1, стор. 93]
31. Якщо у результаті спроби може настати одна з несумісних у сукупності подій? [1, стор. 101]
32. Величина, яка набуває скінченної кількості значень або всі її значення можна розмістити у вигляді нескінченної послідовності? [1, стор. 101]
33. Числова характеристика розподілу ймовірностей випадкової величини, яка характеризує розсіювання значень цієї випадкової величини? [1, стор. 79]
34. Графічне наближене зображення щільності випадкової величини, побудоване за вибіркою скінченного обсягу? [1, стор. 93]
35. Ступінь зв'язку між двома значеннями випадкового процесу у моменти часу? [1, стор. 79]
36. Спеціальні приставки, що утворюють випадкові числа, використовуючи фізичні явища? [1, стор. 92]
37. Якщо ймовірність появи однієї події не залежить від того, здійснилися чи ні інші? [1, стор. 101]
38. Величина, яка може приймати будь-які значення з деякого замкненого або відкритого інтервалу, в тому числі і нескінченного? [1, стор. 101]
39. Кількість підряд згенерованих програмним датчиком чисел, серед яких немає однакових? [1, стор. 93]
40. Характеристика деяких методів отримання РВП, яка полягає в тому, що при виборі параметрів програмного генератора, отримується невіддале значення випадкових чисел? [1, стор. 92]

#### 4.3 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-ЛЗ.

1. Величина з факторного простору, яка відповідає оптимальному плану? [1, стор. 133]
2. Структура, спрямована в бік найшвидшого зростання значення функції? [1, стор. 154]
3. Експеримент, в якому реалізується лише частина числа можливих поєднань? [1, стор. 123]
4. Відповідність моделі з певною мірою наближення системі чи процесу, що досліджується? [1, стор. 133]

5. Виявлення закономірностей розвитку системи й встановлення кількісних співвідношень між змінними величинами та параметрами, що описують функціонування системи? [1, стор. 133]

6. Чисельний пошук функції при якому напрямок пошуку екстремуму в кожній точці перпендикулярний до лінії однакового рівня? [1, стор. 141]

7. Ендогенна величина, яка, за припущенням, залежить від факторів? [1, стор. 122]

8. Наближене зображення одних математичних об'єктів іншими? [1, стор. 141]

9. Експеримент, у якому реалізуються всі можливі поєднання рівнів факторів? [1, стор. 122]

10. Математично-статистичний прийом, який полягає в тому, що функція для опису деякого явища апроксимується більш простою функцією? [1, стор. 133]

11. Математико-статистична дисципліна, яка вивчає методи раціональної організації експериментальних досліджень? [1, стор. 133]

12. Вираз, що має максимальну розв'язувальну здатність, тобто у якій головні ефекти змішані з оцінками ефектів більш високих порядків? [1, стор. 154]

13. Небажана властивість дробових експериментів, яка полягає в тому, що один і той самий коефіцієнт регресії може відображати вплив на функцію відгуку окремих факторів і ефектів взаємодії? [1, стор. 154]

14. Форма подання повного факторного експерименту? [1, стор. 122]

15. Виявлення закономірностей розвитку системи й встановлення кількісних співвідношень між змінними величинами та параметрами, що описують функціонування системи? [1, стор. 141]

16. Сутність, величина зіркового плеча якої визначається з умови ортогональності усіх вектор-стовпців матриці планування? [1, стор. 122]

17. Відношення між факторами, яке використовується для побудови дробових факторних планів? [1, стор. 133]

18. Властивість експериментальних досліджень функції відгуку, яка означає, що вимірювання цієї величини однакові в усіх точках експерименту? [1, стор. 141]

19. Змінна величина, яка, за припущенням, впливає на результати експерименту? [1, стор. 154]

20. Встановлення значень факторів, які забезпечують оптимальний режим функціонування системи? [1, стор. 133]

21. Математична модель, що являє собою залежність математичного сподівання від факторів? [1, стор. 133]

22. Математико-статистична дисципліна, яка вивчає методи раціональної організації експериментальних досліджень? [1, стор. 122]

23. Сутність, що включає повний чи дробовий факторні експерименти, нульову точку, «зіркові» точки, які розміщені на осях кодованої системи координат? [1, стор. 133]

24. Внесок фактора в значення функції відгуку під час переходу його від нижнього рівня до верхнього, який в кодованій системі вимірювання факторів дорівнює подвоєному коефіцієнту регресії при відповідній змінній? [1, стор. 141]

25. Розділ статистики, який об'єднує практичні методи дослідження залежності між величинами за даними статистичних спостережень? [1, стор. 122]

26. Сутність, величина зіркового плеча якої визначається з умови, що забезпечує однакову точність передбачення функції відгуку на рівних відстанях від центру експерименту? [1, стор. 133]

27. Відношення між факторами, яке задає елементи стовпця матриці планування, що дорівнює фіктивному фактору? [1, стор. 154]

28. Співвідношення між факторами (добуток вектор-стовпців), яке використовується для побудови дробових факторних планів [1, стор. 154]

29. Процедура, яка використовується в математичній статистиці для обґрунтованого зіставлення стосовно природи чи величини статистичних параметрів явища, що досліджується, з вибірковими даними? [1, стор. 141]

30. Розділ математичної статистики, який об'єднує практичні методи дослідження залежності між величинами за даними статистичних спостережень? [1, стор. 122]

31. Репліка, що має максимальну розв'язувальну здатність, тобто у якій головні ефекти змішані з оцінками ефектів більш високих порядків [1, стор. 154]

32. Композиційний план, величина зіркового плеча якого визначається з умови рототабельності, що забезпечує однакову точність передбачення функції відгуку на рівних відстанях від центра експерименту [1, стор. 133]

33. Величина з факторного простору, яка відповідає оптимальному плану? [1, стор. 141]

34. Структура, спрямована в бік найшвидшого зростання значення функції? [1, стор. 154]

35. Експеримент, в якому реалізується лише частина числа можливих поєднань рівнів факторів? [1, стор. 122]

36. Відповідність моделі з певною мірою наближення системі чи процесу, що досліджується? [1, стор. 141]



37. Виявлення закономірностей розвитку системи й встановлення кількісних співвідношень між змінними величинами та параметрами, що описують функціонування системи? [1, стор. 133]

38. Чисельний пошук функції при якому напрямок пошуку екстремуму в кожній точці перпендикулярний до лінії однакового рівня? [1, стор. 154]

39. Ендогенна величина, яка, за припущенням, залежить від факторів? [1, стор. 123]

40. Наближене зображення одних математичних об'єктів іншими? [1, стор. 140]

#### 4.4 Тестові завдання до залікової контрольної роботи

1. Експериментальний метод дослідження складних процесів, котрі мають місце в реальних системах та які зберігають повністю чи в основному природу процесу оригіналу? [1, стор. 9 – 10]

2. Галузь математики, яка розробляє теорію та числові методи розв'язання задач, пов'язаних із знаходженням екстремуму функції багатьох змінних при наявності системи обмежень? [1, стор. 23]

3. Логічний чи математичний опис компонентів і функцій, що відбивають істотні властивості об'єкта чи процесу, який моделюється? [1, стор. 22]

4. Особлива форма проведення експериментів на ПК з математичними моделями, які з певним ступенем імовірності описують закономірності функціонування реальних систем і об'єктів? [1, стор. 21]

5. Відповідність моделі (за деякою сукупністю визначальних характеристик) процесу чи об'єкту, що моделюється? [1, стор. 28 – 31]

6. Величини, зумовлені зовнішніми, стосовно досліджуваної системи причинами? [1, стор. 31]

7. Дані, які використовуються для керування локальною мережею? [1, стор. 43]

8. Сукупність методів розв'язання нелінійних оптимізаційних задач з цільовою функцією, що дозволяє розподіляти вплив аргументів на загальний результат? [1, стор. 21]

9. Наближене подання функції розподілу ймовірностей випадкової величини, побудоване на основі вибірки скінченного обсягу? [1, стор. 112]

10. Явище існування вихідної величини, при нульовій вхідній? [1, стор. 113]

11. Якщо різниця між цілими числами  $A$  та  $B$  ділиться на модуль  $m$  без остачі, то  $A$  та  $B$  – це? [1, стор. 92]

12. Пристрій, який обробляє інформацію, подану в неперервній формі? [1, стор. 92]
13. Сукупність формальних процедур, засобами яких відтворюються будь-які випадкові фактори? [1, стор. 79]
14. Подія, яка за певних умов може як відбутися, так і не відбутися? [1, стор. 101]
15. Величина, що залежно від випадку набуває того чи іншого значення за певним законом розподілу? [1, стор. 101]
16. Математична модель, що являє собою залежність математичного сподівання від факторів? [1, стор. 133]
17. Математико-статистична дисципліна, яка вивчає методи раціональної організації експериментальних досліджень? [1, стор. 122]
18. Найважливіший в теорії ймовірностей закон розподілу? [1, стор. 92]
19. Сутність, що включає повний чи дробовий факторні експерименти, нульову точку, «зіркові» точки, які розміщені на осях кодованої системи координат? [1, стор. 133]
20. Внесок фактора в значення функції відгуку під час переходу його від нижнього рівня до верхнього, який в кодованій системі вимірювання факторів дорівнює подвоєному коефіцієнту регресії при відповідній змінній? [1, стор. 141]
21. Небажана властивість дробових експериментів, яка полягає в тому, що один і той самий коефіцієнт регресії може відображати вплив на функцію відгуку окремих факторів і ефектів взаємодії? [1, стор. 141]
22. Метод, в основу якого покладено відтворення в спеціальних лабораторних умовах певних випадків, які можуть мати місце в реальних системах? [1, стор. 21]
23. Розділ прикладної математики, що займається вивченням задач пошуку екстремуму функцій на якійсь множині й розробкою методів розв'язання цих задач? [1, стор. 24]
24. Комплексна математична й алгоритмічна модель досліджуваної системи? [1, стор. 31]
25. Метод вивчення складних явищ, шляхом відтворення їх на ПК за допомогою моделей та спостереження за машинними результатами з можливим втручанням в обчислювальний процес? [1, стор. 31]
26. Побудова моделі та дослідження її аналітичними, числовими, графічними чи якісними методами для отримання певних характеристик досліджуваної реальної системи? [1, стор. 22]

27. Сукупність прийомів, які дають змогу знаходити оптимальні рішення на основі обчислень наслідків кожного рішення і створення оптимальної стратегії для наступних рішень? [1, стор. 24]

28. Математичний опис явища чи об'єкта, який здійснюється з метою їх дослідження та управління ними, шляхом вироблення управлінських рішень? [1, стор. 22]

29. Створення виробничих підприємств, об'єднань, об'єктів інфраструктури, що включають в себе комплекс робіт для проведення досліджень, підготовки техніко-економічного обґрунтування, комплексу проектних документів тощо? [1, стор. 23]

30. Перевірка достовірності, істинності моделі? [1, стор. 28]

31. Величини, зумовлені внутрішніми, стосовно досліджуваної системи причинами? [1, стор. 31]

32. Логічна одиниця інформації мережевого потоку? [1, стор. 43]

33. Наукове припущення, яке висунуто для пояснення певних явищ дійсності? [1, стор. 42]

34. Числова характеристика розподілу ймовірностей випадкової величини, яка характеризує розсіювання значень цієї випадкової величини? [1, стор. 79]

35. Гасіння коливань у динамічній системі, внаслідок розсіювання енергії? [1, стор. 93]

36. Числа, що їх отримують програмним способом? [1, стор. 92]

37. Пристрій, за допомогою якого забезпечується підключення обчислювальної техніки до середовища передачі? [1, стор. 93]

38. Виявлення закономірностей розвитку системи й встановлення кількісних співвідношень між змінними величинами та параметрами, що описують функціонування системи? [1, стор. 133]

39. Якщо у результаті спроби може настати одна з несумісних у сукупності подій? [1, стор. 122]

40. Величина, яка набуває скінченної кількості значень або всі її значення можна розмістити у вигляді нескінченної послідовності? [1, стор. 141]

41. Форма подання повного факторного експерименту? [1, стор. 122]

42. Виявлення закономірностей розвитку системи й встановлення кількісних співвідношень між змінними величинами та параметрами, що описують функціонування системи? [1, стор. 141]

43. Умови, за яких розподіл ймовірностей суми великої кількості незалежних доданків близький до нормального? [1, стор. 112]

44. Сутність, величина зіркового плеча якої визначається з умови ортогональності усіх вектор-стовпців матриці планування? [1, стор. 122]

45. Відношення між факторами, яке використовується для побудови дробових факторних планів? [1, стор. 133]

46. Властивість експериментальних досліджень функції відгуку, яка означає, що вимірювання цієї величини однакові в усіх точках експерименту? [1, стор. 141]

47. Наближене зображення одних об'єктів іншими у тому чи іншому значенні, близькому до вихідних? [1, стор. 93]

48. Інформація, що вводиться користувачем у ЛОМ або отримуються ним з мережі? [1, стор. 92]

49. Сукупність технічних засобів середовища передачі даних? [1, стор. 101]

50. Розділ дослідження операцій, який вивчає різноманітні процеси в сферах масового попиту будь-якого виду [1, стор. 92]

## 5 ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

### Основна література

1. Великодний С. С. Імітаційне моделювання. Конспект лекцій (2-й семестр). Одеса: ОДЕКУ, 2020. 186 с.
2. Великодний С. С. Методичні вказівки по виконанню практичних робіт з навчальної дисципліни «Імітаційне моделювання» (2-й семестр) для аспірантів I курсу очної (денної) форми навчання, спеціальності 122 – комп'ютерні науки. Одеса: ОДЕКУ, 2020. 64 с.
3. Великодний С. С. Довідник роботи із пакетом GPSS World. Одеса: ОДЕКУ, 2020. 28 с.
4. Великодний С. С. Курс «Імітаційне моделювання». Сайт дистанційного навчання (Е-навчання) Одеського державного екологічного університету. Сторінка кафедри автоматизованих систем моніторингу навколишнього середовища. URL: <http://dpt01s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=27>
5. Великодний С. С. Моделювання систем. Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 186 с. URL: [http://eprints.library.odeku.edu.ua/708/1/VelykodniySS\\_Modelirovanie\\_system\\_KL\\_2018.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/708/1/VelykodniySS_Modelirovanie_system_KL_2018.pdf)

### Додаткова література

6. Томашевський В. М. Моделювання систем. Київ: Видавнича група ВНУ, 2015. 352 с.

7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. Москва: Мир, 2014. 420 с.
8. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Санкт-Петербург: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2004. 847 с.
9. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. Москва: Высшая школа, 2011. 343 с.
10. Великодний С. С. Методи реінжинірингу програмних систем. Технології приборостроєння. 2014. Спец. вып. С. 65–68.
11. Великодний С. С. Ідеалізовані моделі реінжинірингу програмних систем. Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2019. № 1. С. 150–156.
12. Великодний С. С., Тимофєєва О. С., Зайцева-Великодна С. С., Нямцу К. Є. Порівняльний аналіз властивостей відкритого, вільного та комерційного програмного забезпечення. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2018. № 1 (41). С. 21–27.
13. Великодний С. С., Бурлаченко Ж. В., Зайцева-Великодна С. С. Реінжиніринг графічних баз даних у середовищі відкритої системи автоматизованого проектування BRL-CAD. Моделювання поведінкової частини. Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. 2019. Вип. 2 (115). С. 117–126.
14. Великодний С. С., Бурлаченко Ж. В., Зайцева-Великодна С. С. Реінжиніринг графічних баз даних у середовищі відкритої системи автоматизованого проектування BRL-CAD. Моделювання структурної частини. Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського. 2019. Вип. 3 (116). С. 130–139.
15. Velykodniy S. S. Analysis and synthesis of the results of complex experimental research on reengineering of open CAD systems. Applied Aspects of Information Technology. 2019. Vol. 2. No 3. P. 186–205.
16. Великодний С. С., Бурлаченко Ж. В., Зайцева-Великодна С. С. Розробка архітектури програмного засобу для управління мережевими плануваннями реінжинірингу програмного проекту. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2019. № 2 (8). С. 25–35. (кат. «Б»)
17. Великодний С. С., Тимофєєва О. С., Зайцева-Великодна С. С. Метод розрахунку показників оцінки проекту при виконанні реінжинірингу програмних систем. Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2018. № 4. С. 135–142.
18. Velykodniy S., Burlachenko Zh., Zaitseva-Velykodna S. Software for automated design of network graphics of software systems reengineering. Scientific Journal Herald of Advanced Information Technology. 2019. No 2 (03). P. 20–32.
19. Великодний С. С. Метод представлення оцінки реінжинірингу програмних

систем за допомогою проектних коефіцієнтів. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2019. № 1 (7). С. 34–42.

20. Velykodniy S., Tymofieieva O. The paradigm of linguistic supply submission by generative grammar assistance. American Scientific Journal. 2017. №17. P. 4–7. Закордонне видання (New York, USA).