


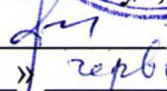
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ
Кафедра «Автоматизація виробничих процесів»

Затверджую:

Декан факультету
машинобудування


Касов В.Д.
« 31 » червня 2020р.

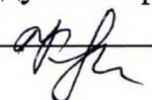
Гарант освітньої програми:
канд. тех. наук, доцент


Суботін О.В.
« 22 » червня 2020р.

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри
автоматизації виробничих
процесів

Протокол № 10 від 22.06.2020р.

Завідувач кафедри


Клименко Г.П.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
„МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ”
(назва дисципліни)

галузь знань	12 – «Інформаційні технології»
спеціальність	123 – «Комп’ютерна інженерія»
освітній рівень	другий (магістерський)
ОПП	«Комп’ютерні системи та мережі»
Факультет	«Машинобудування»

Розробник: Єнікеев О.Ф., докт. техн. наук

Краматорськ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОПП (ОНП), професійне (наукове) спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів		Галузь знань: 12 «Інформаційні технології». Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія».	Вибіркова дисципліна	
5,5	5,5			
Загальна кількість годин				
165	165			
Модулів – 2		ОПП «Комп'ютерні системи та мережі»	Рік підготовки	
Змістових модулів (тем) – 5			1	1
Індивідуальне науково- дослідне завдання – «Застосування математичних моделей для аналізу, моделювання і оптимізації технологічних процесів»			Семестр	
			2	2
Тижневих годин для денної форми навчання: - аудиторних – 4; - самостійна робота – 5		Лекції		
		36	8	
		Практичні		
		36	4	
		Самостійна робота		
		93	153	
Вид контролю				
Екзамен	Екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи студентів становить для денної форми навчання – 72/93 (1/1,3).

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни «Моделювання складних систем» – вивчення студентами методів моделювання поведінки об'єктів, що характеризуються складною, динамічною природою, для підвищення ефективності їх функціонування. У програму включені питання, що висвітлюють суть системного підходу до вивчення складних динамічних об'єктів, особливості моделювання і управління такими системами, використання методів аналізу і синтезу, що забезпечують оптимізацію їх характеристик.

Завдання дисципліни полягає в тому, що в результаті вивчення курсу студент повинен знати:

- характеристику технологічних об'єктів як складних динамічних систем;
- методику моделювання поведінки складних систем;
- суть, основні принципи, фази управління системами;
- методику і основні моделі аналізу складних систем: детермінованих, стохастичних;
- методику і основні моделі синтезу складних систем.

Також студент повинен уміти:

- визначати основні характеристики, структуру та функції технологічних об'єктів як складних систем;
- представляти різні об'єкти як системи керування, виділяючи суб'єкт і об'єкт керування, впливи, що управляють та обурюють, цільову функцію керування тощо;
- аналізувати поведінку системи як детермінованого об'єкта на основі моделей множинної регресії, обґрунтувати вибір рівняння зв'язку методами математичної статистики;
- вивчати функціонування системи як стохастичного об'єкта з використанням апарату теорії масового обслуговування;
- оптимізувати параметри системи за заданим критерієм, використовуючи детерміновані та стохастичні моделі.

Передумови для вивчення дисципліни. Вивчення циклу дисциплін бакалаврської підготовки зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія».

Мова викладання дисципліни – українська.

Обсяг навчальної дисципліни та її розподіл за видами навчальних занять:

- денна форма навчання – загальний обсяг – 165 годин / 5,5 кредитів, в т.ч.: лекції – 36 годин, лабораторні роботи – 36 годин, самостійна робота студентів – 93 година.

- заочна форма навчання – загальний обсяг – 165 годин / 5,5 кредитів, в т.ч.: лекції – 8 годин, лабораторні роботи – 4 години, самостійна робота студентів – 153 години.

Програма курсу передбачає навчання в формі лекційних і практичних занять в комп'ютерних класах кафедри.

3. Програмні результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Моделювання складних систем» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних *програмних компетентностей*:

- загальні: здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач, комбінування та експериментування, оригінальності, конструктивності, економічності та простих рішень; здатність приймати обґрунтовані рішення;

- фахові: здатність аналізувати, оптимізувати та моделювати складність архітектури комп'ютерних систем та мереж із застосуванням сучасних принципів побудови математичного, програмного, лінгвістичного, технічного та інформаційного забезпечення; здатність застосовувати теоретичні та практичні навички для вирішення комплексу питань від аксіоматичних умов можливості побудови комп'ютерних систем та мереж до оцінювання їх параметрів; здатність здійснювати моделювання процесів і об'єктів з використанням стандартних програмних технологій;

- фахові додаткові: здатність застосовувати мережні технології передавання даних та відповідне обладнання при створенні та дослідженні інформаційних систем різного призначення; уміння аналізувати та обробляти результати досліджень з метою прийняття ефективних рішень.

У когнітивній сфері студент повинен продемонструвати:

– володіння навичками щодо аналізу, застосування математичних методів для статистичної обробки, перевірки адекватності та інтерпретації даних, отриманих в результаті проведення дослідження, в тому числі з використанням методів математичного моделювання, та пов'язування їх з відповідною теорією у предметних галузях технічного призначення, тощо;

– володіння найбільш передовими концептуальними та методологічними знаннями зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та суміжними спеціальностями, пов'язаними з обробкою інформації різного призначення;

– здатність розробляти та досліджувати математичні методи, моделі та алгоритми обробки даних, застосувати математичні методи для обґрунтування, оптимізації та прийняття управлінських і технічних рішень, адекватних умовам, в яких функціонують об'єкти інформатизації в різних предметних галузях.

– володіння навичками використання системного підходу, як сучасної загальнонаукової методології для комплексного дослідження великих і складних об'єктів (систем) при аналізі, моделюванні, підготовці і проведенні експерименту, з урахуванням особливостей систем технічного, організаційно-технічного призначення, тощо;

– здатність планувати, проектувати та виконувати наукові дослідження зі стадії концептуальної постановки задачі до критичного оцінювання та розгляду результатів та отриманих даних, що включає вміння вибрати або розробити потрібну техніку, програмне забезпечення, сучасні технології програмування та методик досліджень стосовно систем технічного, організаційно-технічного призначення, тощо.

В афективній сфері студент здатний:

– до абстрактного мислення, критичного аналізу, оцінки та синтезу нових та складних ідей;

– приймати обґрунтовані рішення і діяти свідомо та соціально відповідально за результати прийнятих рішень;

– до проявлення визначеності і наполегливості щодо поставлених завдань і взятих обов'язків,

а також повинен продемонструвати вміння спілкуватися в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю в галузі наукової діяльності за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» у сфері комп'ютерного проектування, моделювання і дослідження процесів передавання та обробки інформації в тому числі із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

У психомоторній сфері студент здатний:

– до проведення досліджень на відповідному рівні, оцінювати якісні показники, бути критичним, самокритичним;

– самостійно виявляти, ставити та вирішувати задачі, розробляти та реалізовувати проекти, включаючи власні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання;

– до спілкування з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань і видів діяльності);

– вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій та з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки, етичних і правових аспектів використання інформації в різних предметних галузях.

4. Програма навчальної дисципліни

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1. Основні поняття моделювання і управління системами												
Тема 1.1. Основні положення теорії систем	19	8	–	–	–	11	19	1	–	–	–	18
Тема 1.2. Моделювання систем	33	8	–	6	–	19	31	1	–	1	–	29
Тема 1.3. Управління системою	23	4	–	6	–	13	25	1	–	1	–	23
Модуль 2. Типові математичні схеми моделювання систем												
Тема 2.1. Детерміновані моделі	9	4	–	–	–	5	26	1	–	–	–	25
Тема 2.2. Стохастичні моделі	81	12	–	24	–	45	64	4	–	2	–	58
Усього годин	165	36	–	36	–	93	165	8	–	4	–	153

Лекції

Модуль 1. Основні поняття моделювання і управління системами

Тема 1.1. Основні положення теорії систем (8 години лекційних занять).

Лекція 1. Сутність та принципи системного підходу до дослідження складних динамічних об'єктів (4 години лекційних занять).

Основні питання: поняття системи. Зовнішня середа. Входи, виходи, стани системи. Принцип «чорного ящика». Класифікація систем. Дії, що управляють і обурюють. Первинний елемент системи. Структура та функції систем. Різноманітність і складність системи. Основні характеристики системи складної.

Література: [1] – с. 54-86; [4] – с. 22-31 ; [11] – с. 24-28 ; [12] – с. 9-15.

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Лекція 2. Основні характеристики системи (4 години лекційних занять).

Основні питання: різноманітність і складність системи. Велика система та складна система. Макрофункція системи. Емерджентність, стохастичність, адаптивність, динамізм, інерційність, відкритість.

Література: [1] – с. 87-106; [4] – с. 22-31 ; [11] – с. 37-41 ; [12] – с. 18-20.

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Тема 1.2. Моделювання систем (8 години лекційних занять).

Лекція 3. Поняття моделі системи, класифікація моделей (4 години лекційних занять).

Основні питання: поняття моделі системи. Моделювання систем. Особливості кібернетичного моделювання. Ізоморфізм і гомоморфізм. Моделювання економічних систем. Математичне моделювання.

Література: [3] – с. 15-29; [4] – с. 31-36 ; [11] – с. 42-49; [12] – с. 75-85.

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Лекція 4. Методика моделювання систем (4 години лекційних занять).

Основні питання: математичне моделювання. Класифікація економіко-математичних моделей. Ендогенні і екзогенні змінні. Методика моделювання.

Література: [3] – с. 30-45; [4] – с. 31-36 ; [11] – с. 42-49; [12] – с. 75-85.

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Тема 1.3. Управління системою (4 години лекційних занять).

Лекція 5. Характеристика процесу управління (4 години лекційних занять).

Основні питання: поняття управління системою. Суб'єкт та об'єкт управління. Система управління. Фази управління. Принципи управління. Прямий і зворотний зв'язок.

Література: [1]; [4] – с. 36-45; [11] – с. 50-80.

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу.

Модуль 2. Типові математичні схеми моделювання систем

Тема 2.1. Детерміновані моделі (4 години лекційних занять).

Лекція 6. Детерміновані моделі (4 години лекційних занять).

Основні питання: принципи побудови моделей множинної лінійної та нелінійної регресії. Визначення точності оцінки для моделей множинної регресії. Оцінка кореляції, детермінації, стандартної помилки регресії. Перевірка адекватності моделі по критерію Фішера. Визначення статистичної значущості регресійних коефіцієнтів. Розрахунок теоретичних значень результуючого параметра функціонування системи.

Література: [6]; [9] – с. 392-475, 495-510; [14] – с. 38-44, 75-104.

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Тема 2.2. Стохастичні моделі (12 години лекційних занять).

Лекція 7. Статистична обробка результатів експерименту (4 години лекційних занять).

Основні питання: Лінійна багатофакторна регресія. Оцінка параметрів лінійної багатофакторної регресії. Побудова лінійної багатофакторної регресійної моделі.

Література: [3] – с.46-56; [5]; [7] – с. 76-81; [8] – с. 83-87; [9] – с. 140-262; [13].

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Лекція 8. Прогнозування параметрів системи (4 години лекційних занять).

Основні питання: прогнозування за допомогою методів екстраполяції. Модель Хольта-Уінтерса.

Література: [3] – с.46-48; [5]; [7] – с. 81-84; [8] – с. 87-90; [9] – с. 140-262; [13].

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Лекція 9. Системи масового обслуговування, одно каналні, багатоканальні СМО (4 години лекційних занять).

Основні питання: режими роботи СМО. Закони розподілу випадкових величин: рівномірний, нормальний (Гауссівський), експоненційний тощо. Параметри та характеристики СМО, методика їх розрахунку. Техніко-економічні характеристики роботи СМО.

Література: [3] – с.6-62; [5]; [7] – с.81-101; [8] – с.87-105; [9] – с. 140-262; [13].

Завдання на СРС: закріплення викладеного лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення характеристик випадкової функції із випробування	2
2	Перетворення стаціонарної випадкової функції стаціонарною лінійною системою	2
3	Марковський процес з дискретними станами і дискретним часом	4
4	Марковський процес з дискретними станами і безперервним часом	4
5	Система масового обслуговування з відмовами	6
6	Система масового обслуговування з очікуванням	6
7	Система масового обслуговування змішаного типу з обмеженням по довжині черги	6
8	Аналіз системи масового обслуговування (модель двофазної СМО)	6
Усього годин		36

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1. Основні положення теорії систем	11
2	Тема 1.2. Моделювання систем	19
3	Тема 1.3. Управління системою	13
4	Тема 2.1. Детерміновані моделі	5
5	Тема 2.2. Стохастичні моделі	45
Усього годин		93

Індивідуальні завдання

У цьому курсі передбачені індивідуальні завдання (роботи) з метою удосконалення практичних застосування математичних моделей для аналізу, моделювання і оптимізації технологічних процесів.

Виконання роботи сприяє формуванню у студентів самостійної пошукової роботи із спеціальною літературою, а також статистичною інформацією, вдосконаленню по практичному застосуванню вивчених теоретичних питань, привчає їх до осмисленого, творчого відтворення, виділенню головного, основного в документі, що вивчається.

Індивідуальна робота повинна розкривати процес формування і використання моделі прогнозування. В ході виконання роботи студентами повинні бути розкриті наступні етапи: збір даних, вироблення початкової моделі, отримання числових характеристик моделі і розрахунки досліджуваних економічних показників, перевірка, уточнення моделі з метою забезпечення її надійності, вказівка ефективності моделі і її об'єктивності. Також необхідно описати зовнішні чинники, які можуть зробити вплив на аналізовані змінні, які не включаються в модель прогнозування, але грають важливу роль в процесі побудови прогнозу.

Робота на перевірку знань студентів по застосуванню базових методів моделювання для аналізу функціонування складних систем. По роботі повинні бути надані, до яких автор прийшов самостійно на основі вивчення спеціальної літератури і інших джерел про використання даного методу при отриманні корисної інформації, необхідної для ухвалення тактичних і стратегічних рішень на об'єкті.

Самостійна робота студентів містить наступне: закріплення викладеного лекційного матеріалу та самостійне поглиблене вивчення тематичних розділів – 57 години; підготовка до практичних робіт – 36 годин.

5. Методи навчання

Використовуються такі методи навчання

- за джерелами знань: словесні (розповідь, пояснення, лекція, інструктаж), наочні (демонстрація, ілюстрація), практичні (лабораторна робота);
- за характером логіки пізнання: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний;

– за рівнем самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

При викладанні дисципліни передбачається використання комп'ютерних засобів та відеопроєктора.

Усі лабораторні роботи виконуються на персональному комп'ютері. Використовується наступне програмне забезпечення:

- MS Excel;
- SMathStudio.

Студент за власним бажанням може використовувати будь-яку версію програмного забезпечення, на яке має власну ліцензію, та на власному переносному комп'ютері.

Для покращення засвоювання матеріалу студентами їм рекомендується поглиблене самостійне вивчення розглянутих на лекції питань за допомогою підручників та інформації, поширеної у мережі Інтернет.

6. Методи контролю та критерії оцінювання

Передбачається використання накопичувальної кредитно-модульної системи оцінювання знань. Основною формою контролю знань студентів у такій системі є складання студентами всіх запланованих модулів. Складання модуля передбачає виконання студентом комплексу заходів, запланованих кафедрою і передбачених семестровим графіком навчального процесу та контролю знань, затверджених деканом факультету.

Підсумкова оцінка за кожний модуль виставляється за 50-бальною шкалою. При умові, що студент успішно здає всі контрольні точки, набравши з кожної з них не менше мінімальної кількості балів, необхідної для зарахування відповідної контрольної точки, виконує та успішно захищає лабораторні роботи та має за результатами роботи в семестрі підсумковий рейтинг не менше 30 балів, то він допускається до іспиту.

Контроль знань студентів передбачає проведення вхідного, поточного і підсумкового контролю.

Вхідний контроль знань проводиться на першому тижні семестру і включає контроль залишкових знань з окремих навчальних дисциплін, які передують вивченню дисципліни і є базовими для її засвоєння. Поточний контроль знань студентів проводиться у вигляді письмової контрольної роботи. Також захист кожної лабораторної роботи проводиться з виставленням оцінок (балів). Підсумковий контроль знань проводиться під час заліково-екзаменаційної сесії у формі іспиту.

Розподіл балів, які отримують студенти

Лабораторні роботи, поточний контроль та самостійна робота					Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		50
T1	T2	T3	T4	T5	
12	13	25	25	25	
коефіцієнт = 0,5			коефіцієнт = 0,5		

T1, T2 ... T5– теми змістових модулів.

Підсумкова оцінка складається з балів змістових модулів з урахуванням коефіцієнтів вагомості.

Переведення набраних студентом балів за 100-бальною шкалою в оцінки за національною (5-бальною) шкалою та шкалою ECTS здійснюється в відповідності до таблиці:

Рейтинг студента за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
90-100 балів	зараховано	A
81-89 балів		B
75-80 балів		C
65-74 балів		D
55-64 балів		E
30-54 балів	не зараховано з можливістю повторного складання	FX
1-29 балів	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Склад модулів, розподіл часу на їх засвоєння, терміни контролю для денної форми навчання наведені у додатку А.

7. Рекомендована література

Базова

1. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 216 с.
2. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник. / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2009 – 846 с.
3. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.
4. Кобринский Н.Е., Майминас Е.З., Смирнов А.Д. Экономическая кибернетика. – СПб.: Питер, 2006. – 408 с.
5. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебное пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 343 с.
6. Доугерти К. Введение в эконометрику : Учебник. 3-е изд. / Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2009. – XIV, 465 с.
7. Смородинский С.С. Оптимизация решений на основе методов и моделей математического программирования: Учеб. пособие по курсу «Системний анализ и исследование операций» для студ. спец. «Автоматизир. системы обраб. информ.» дневн. и дистанц.форм обуч. / С.С. Смородинский, Н.В. Батин. – Мн.: БГУИР, 2005. – 136 с.
8. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 432 с.

Допоміжна

9. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2007. – 573 с.
10. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. – К: МАУП, 2005. – 368 с.
11. Экономическая кибернетика/ Под ред. Ю.Г. Лысенко. – Донецк: ООО «Юго-Восток Лтд», 2007. – 287с.
12. Шаратов О.Д., Дербенцев В.Д., Семьонов Д.Є. Економічна кібернетика. – К.: КНЕУ, 2005. – 231 с.
13. Горелова Г.В., Кацко И.А. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel: Учебное пособие для вузов, - 2-е изд. испр.и доп. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 475с.
14. Макаркина А.В., Аносов В.Л.. Учебно-методическое пособие по курсу «Прогнозирование социально-экономических процессов» для студентов экономических специальностей. – Краматорск: ДГМА, 2006. – 108 с.
15. Горбань С.Ф., Снижко Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие. – К.: МАУП, 2006. – 168 с.
16. Глаголев В.В. Основы теории систем. Методы дискретной математики: Учебное пособие. – Тула, 2005. – 90 с.
17. Погостинская Н.Н., Погостинский Ю.А. Системный анализ финансовой отчетности: Учебное пособие. – СПб., 2008. – 96 с.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ

д.т.н., доцент Єнікєєв О.Ф.

ДОДАТОК А

Склад модулів, розподіл часу на їх засвоєння, терміни контролю (для денної форми навчання)

№ п/п	Стислий зміст модуля	Семестр	Загальна кількість годин	Кредити ECTS	Кількість ауд. годин (л/п)	Вагові коефіцієнти	Форми та методи контролю	Кількість балів (min..max)		Тиждень проведення
1	Модуль 1. Основні поняття моделювання і управління системами	2	75	2,5	32 20/12	0,5	Вхідний контроль	8	10	1
							ЛР 1	8	10	1
							ЛР 2	8	10	3
							Конт. робота з М1	6	20	5
2	Модуль 2. Типові математичні схеми моделювання систем	2	90	3	40 16/24	0,5	ЛР 3	4	6	5
							ЛР 4	4	6	7
							ЛР 5	4	6	9
							ЛР 6	4	6	11
							ЛР 7	4	6	13
							ЛР 8	4	6	14
							Конт. робота з М2	6	14	15
Разом			165	5,5	54	1,0		30	50	

ДОДАТОК Б

Питання для підготовки до іспиту

1. Поняття системи.
2. Принцип «чорного ящика».
3. Елемент і структура системи.
4. Класифікація систем.
5. Поняття різноманітності і складності системи.
6. Основні характеристики складної системи.
7. Концепція моделі.
8. Ізоморфні і гомоморфні системи.
9. Поняття економіко-математичної моделі.
10. Класифікація економіко-математичних моделей.
11. Дати характеристику наступним етапам моделювання: постановка завдання, побудова математичної моделі, підготовка початкової інформації.
12. Дати характеристику наступним етапам моделювання: чисельне рішення, аналіз отриманого рішення і уточнення моделі, практична реалізація моделі.
13. Поняття управління системою.
14. Об'єкт і суб'єкт управління системою.
15. Основні принципи управління системою.
16. Види управління системою. Жорстке управління.
17. Регулювання як один з видів управління системою.
18. Порівняльна характеристика регулювання системою по відхиленню і регулювання системою по обуренню.
19. Охарактеризувати принцип зворотного зв'язку.
20. Охарактеризувати принцип необхідної різноманітності системи і принцип управління системою дією на «головний» чинник.
21. Основні характеристики процесу управління системою.
22. Поняття системи масового обслуговування СМО Основні характеристики СМО
23. Організація роботи СМО.
24. Статистична оцінка ефективності роботи СМО.
25. Економічна оцінка ефективності роботи СМО.
26. Одноканальні СМО.
27. Багатоканальні СМО.
28. Економічні характеристики роботи СМО.