



МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS /120 годин, з яких 54 години аудиторних (36 год лекції, 18 год практичні заняття), 66 годин становить самостійна робота
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/модульна контрольна робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/ 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 практичне заняття (2 години) 1 раз на 2 тижні.
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольга Василівна, svinchuk-ov@iit.kpi.ua (у робочий час) Практичні заняття: к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольга Василівна, svinchuk-ov@iit.kpi.ua (у робочий час)
Розміщення курсу	Google classroom, Кампус

2. Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Силабус освітнього компонента «Моделювання динамічних систем в енергетиці» складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Математичні методи – потужний інструмент розв'язання технічних, інженерних і наукових проблем для динамічних систем. Керування складними процесами в динамічних системах в галузі енергетики неможливо без використання математичних моделей. Володіння теоретичною базою і інструментами математичного моделювання має бути невід'ємним атрибутом сучасного фахівця при розробці програмного забезпечення для систем автоматичного керування. Математичні моделі допомагають якісно описати досліджувані явища, процесів, систем різної фізичної природи мовою математичних співвідношень.

Метою навчальної дисципліни є досягнення студентами базових знань про закономірності функціонування, які властиві для динамічних систем різної фізичної природи, і на основі цих закономірностей розробляє принципи побудови високоякісних систем управління для

розв'язування теоретичних і практичних задач у сфері інженерії програмного забезпечення, а також розвитку логічного та алгоритмічного мислення при виявленні та дослідженні закономірностей, яким підпорядковуються реальні процеси в енергетиці.

Предметом вивчення є математичні методи формалізованого опису динамічних систем та їх моделювання. Вивчаються методи математичного моделювання та їх оптимізація, особливості побудови математичних моделей об'єктів, явищ, процесів, пов'язаних із програмуванням, інтерпретація отриманих результатів для здійснення професійної діяльності.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після вивчення дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- математичних понять, методів системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення;
- основних математичних моделей динамічних систем, які максимально адекватно відображають їх роботу;
- динамічних систем в змінних вхід-вихід та в змінних стану;
- часові та частотні характеристики динамічних систем;
- стійкість динамічних систем із застосуванням алгебраїчних та частотних критеріїв стійкості;

уміння:

- застосовувати відповідні математичні поняття, методи системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення;
- моделювати процеси в кібер-фізичних та енергетичних системах;
- здатність виконувати аналіз об'єктів динамічних систем на основі знань про процеси, що в них відбуваються, та застосовувати методи моделювання для дослідження, аналізу та синтезу систем;
- здатність застосовувати методи математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей динамічних систем, аналізувати якість їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;
- здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення практичних задач в енергетиці.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

У структурно-логічній схемі навчання зазначений кредитний модуль розміщується тоді, коли студенти вже прослухали такі дисципліни як «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Комп'ютерна дискретна математика», «Теорія ймовірностей», «Алгоритми та структури даних», «Основи програмування», набули певного досвіду у програмуванні і можуть виконати складні завдання комп'ютерного практикуму.

Дисципліна «Моделювання динамічних систем в енергетиці» забезпечує вивчення дисциплін, які викладаються в наступних семестрах, а також допоможе в написанні дипломної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Класифікація динамічних систем.

Тема 1.1. Лінійні динамічні системи

Тема 1.2. Нелінійні динамічні системи.

Тема 1.3. Багатовимірні динамічні системи.

Тема 1.4. Цифрові системи.

Розділ 2. Оптимізація роботи динамічних систем.

Тема 2.1. Оптимальне оцінювання в динамічних системах.

Тема 2.2. Оптимальні динамічні системи.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Теорія автоматичного управління: Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем»; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков, В.П. Бунь. Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 144 с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41587/1/%D0%A2eoriiia_avtomat_uprav.pdf
2. Харабет О.Н. Вивчення класичної теорії автоматичного управління за допомогою сучасного персонального комп'ютера. Одеса: Бахва, 2014. 187 с.
<https://vue.gov.ua/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
3. Голюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. Л: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 280 с.
<https://nauka-online.org/content/hoholyuk-p-f-hrechyn-t-m-teoriya-avtomatychnoho-keruvannya-navchalnyy-posibnyk>
4. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. 2-ге вид. К.: Либідь, 2007. 656 с.
http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Popovich_2007_656.pdf
5. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування: Підручник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. 250 с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/46987/1/TAU_lab.pdf

Допоміжна література

3. Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем. Частина 1 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці» спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Барабаш, О. В. Свинчук, А. П. Мусієнко. Електронні текстові дані (1 файл: 3,92 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 160 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57298>
4. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. – Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2013. 201 с.
https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/24750/1/%D0%A2_%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9F.%D0%9C.%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87.pdf
5. Математичні методи дослідження операцій: підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. Суми.: Сумський державний університет, 2017. 212 с.
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/68212/1/Lavrov_matematychni_metody.pdf
6. Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник / за ред. М. С. Сегеди. – 2-ге вид. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 606 с.
<https://vlp.com.ua/node/10249>
7. Александров Є.Є., Голуб О.П., Кузнецов Б.І., Соляник В.П. Теорія автоматичного керування: Харків. НТУ “ХПІ”, №3, 2002. 195 с.
http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81

8. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Розділ 1. Класифікація динамічних систем.	
1	<i>Вступ. Предмет дисципліни.</i> Означення динамічних систем. Особливі точки динамічних систем. Класифікація динамічних систем.
Тема 1.1. Лінійні динамічні системи.	
2	<i>Структурний аналіз лінійних динамічних систем.</i> Математичні моделі неперервних систем. Основи лінеаризації диференційних рівнянь систем. Передавальна функція та характеристичне рівняння лінійної стаціонарної системи. Правила перетворення структурних схем. Передавальні функції систем.
3	<i>Характеристики лінійних динамічних систем.</i> Процеси в динамічних системах. Стандартні вхідні сигнали. Перехідна функція системи та її властивості. Вагова функція системи та її властивості. Частотні характеристики лінійних стаціонарних систем. Характеристики елементарних ланок та їх з'єднань.
4	<i>Стійкість динамічних систем.</i> Визначення стійкості руху. Стійкість незбуреного руху по Ляпунову. Необхідні та достатні умови стійкості. Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості.
5	<i>Якість динамічних систем.</i> Основні показники якості системи. Оцінка якості перехідних процесів. Оцінка якості системи в сталому режимі. Статичні та астатичні системи. Інтегральні оцінки якості. Кореневі оцінки якості.
6	<i>Синтез лінійних динамічних систем класичними методами.</i> Загальна та часткова задачі синтезу системи. Коректувальні пристрої та їх вплив на якість перехідних процесів. Синтез послідовних та паралельних коректуючих пристроїв. Метод кореневого годографа. Забезпечення інваріантності в системі.
Тема 1.2. Нелінійні динамічні системи.	
7	<i>Загальні поняття з нелінійних систем.</i> Поняття з нелінійних систем та методів їх досліджень. Істотні нелінійні елементи. Гармонічна лінеаризація нелінійностей. Частотні характеристики гармонічно нелінійних систем.
8	<i>Стійкість нелінійних динамічних систем.</i> Загальні положення. Частотний критерій абсолютної стійкості Попова. Другий метод Ляпунова. Оцінка стійкості автоколивань.
Тема 1.3. Багатовимірні динамічні системи.	
9	<i>Математичні моделі багатовимірних динамічних систем.</i> Поняття з систем з декількома регульованими параметрами. Основні правила перетворення матричних рівнянь. Рівняння стану багатовимірної системи. Матрична передавальна функція.
10	<i>Аналіз багатовимірних динамічних систем.</i> Керованість, спостережливість та ідентифікованість. Характеристики багатовимірних систем. Стійкість багатовимірних систем. Квадратичні форми. Другий метод Ляпунова.
Тема 1.4. Цифрові системи.	
11	<i>Основні властивості цифрових систем.</i> Структура цифрових систем. Види квантування інформації в цифрових системах. Дискретне перетворення Лапласа та його властивості.

12	Стійкість цифрових систем. Основні визначення. Необхідні та достатні умови стійкості. Білінійне перетворення характеристичного рівняння цифрової системи. Стійкість багатовимірних цифрових систем.
13	Оцінка якості цифрових систем. Обернене перетворення Лапласа. Часові характеристики цифрових систем. Псевдочастотні характеристики цифрових систем.
Розділ 2. Оптимізація роботи динамічних систем.	
Тема 2.1. Оптимальне оцінювання в динамічних системах.	
14	Статистична динаміка динамічних систем. Визначення статистичної динаміки. Випадкові процеси та їх статистичні характеристики. Канонічне подання випадкових процесів. Прохід випадкових процесів через лінійні системи. Метод формуючого фільтра.
15	Оптимальне оцінювання координат стану динамічних систем. Поняття з алгоритмів оцінювання. Постановка задачі спостереження. Спостерігач Льюїнбергера. Постановка задачі фільтрації. Фільтр Калмана-Бьюсі.
16	Ідентифікація параметрів динамічних систем. Основні визначення. Поняття з методів ідентифікації. Прямі алгоритми параметричної ідентифікації. Адаптивні алгоритми ідентифікації. Сумісне оцінювання та ідентифікація систем.
Тема 2.2. Оптимальні динамічні системи.	
17	Оптимізація динамічних систем. Постановка задачі оптимального керування. Критерії оптимізації. Принцип максимуму. Динамічне програмування. Аналітичне конструювання.
18	Адаптивні динамічні системи. Загальні положення. Класифікація адаптивних систем. Адаптація в умовах невизначеності. Принцип розділюваності. Перспективи розвитку адаптивних систем.

Практичні заняття

1	Моделювання лінійних динамічних систем в енергетиці.
2	Моделювання нелінійних динамічних систем в енергетиці.
3	Моделювання багатовимірних динамічних систем в енергетиці.
4	Моделювання цифрових систем в енергетиці.
5	Оптимальне оцінювання в динамічних системах в енергетиці.
6	Ідентифікація параметрів динамічних систем в енергетиці.
7	Оптимізація динамічних систем в енергетиці.
8	Модульна контрольна робота.
9	Визначення основних проблеми сучасної теорії динамічних систем в енергетиці.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до практичних занять 1-9 (в кінці кожної лекції є питання для самоперевірки)	16
2	Виконання домашніх робіт 1-6	63
3	Підготовка до МКР	15
4	Підготовка до заліку	5

9. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для успішного проходження курсу та складання контрольних заходів необхідним є вивчення навчального матеріалу за кожною темою. Специфіка курсу передбачає акцент на розумінні підходів і принципів, отримання практичних навичок, а не просто запам'ятовування визначень. Кожен студент повинен ознайомитися і слідувати Положенню про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/188>), Положенню про систему оцінювання результатів навчання (<https://osvita.kpi.ua/node/37>), Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання (<https://osvita.kpi.ua/node/32>), які унормовують форми контрольних заходів та критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також ознайомитися з нормативно-правовим та регламентуючими документами й корисними ресурсами з розвитку культури академічної доброчесності та запобігання плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://kpi.ua/academic-integrity>. Для успішного засвоєння програмного матеріалу студент зобов'язаний:

- не запізнюватися на заняття;
- не пропускати заняття, а в разі пропуску відновити за допомогою консультування з викладачем та з використанням Classroom/Кампус конспект, самостійно вивчити матеріал пропущеного заняття та скласти відповідні контрольні заходи в індивідуальному порядку;
- конструктивно підтримувати зворотній зв'язок на всіх заняттях;
- брати активну участь у освітньому процесі;
- своєчасно і старанно виконувати завдання для самостійної роботи;
- бути доброзичливим до однокурсників та викладачів;
- брати участь у контрольних заходах;
- за об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в дистанційній online формі за погодженням із директором інституту);
- будь-яке копіювання або відтворення результатів чужої праці (у тому числі списування), якщо тільки робота не має груповий формат, використання чужих завантажених з Інтернету матеріалів кваліфікується як порушення норм і правил академічної доброчесності та передбачає притягнення винного до відповідальності, у порядку, визначеному чинним законодавством та Положенням про академічну доброчесність університету. Результатом невиконання та/або недотримання правил може бути оцінка «не зараховано» за курс;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Максимальна кількість балів з кредитного модуля дорівнює 100.

Поточний контроль: опитування за лекційним матеріалом (тестування), виконання домашніх робіт, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі (на останній лекції).

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- тестування – перевірка лекційного матеріалу у вигляді 10 тестів – **20 балів**;
- виконання 6 домашніх робіт – **30 балів**;
- модульну контрольну роботу (МКР) – **50 балів**.

Критерії оцінювання

1. Тестування за матеріалами лекційного матеріалу.

Ваговий бал за тест – 1. Тестування проводиться у в Classroom за допомогою гугл-форми на початку пари. Тривалість проходження одного тестування – 7 хвилин. Кількість спроб – одна. У деяких випадках, що пов'язані з технічними проблемами студентів, може надатися повторна спроба на окремі тестування.

Кожне тестування містить 10 запитань різного формату (вибір 1 правильного варіанту з переліку; вибір декількох правильних варіантів з переліку; чисельна відповідь тощо). Всі запитання оцінюються в 0,1 бал, якщо вірна відповідь та 0 балів, якщо невірна відповідь. Максимальна кількість балів за всі завдання в одному тесті дорівнює **0,2 бал x 10 = 2 бали**.

Максимальна кількість балів за тести дорівнює **2 бали x 10 = 20 балів**.

2. Домашні роботи.

Ваговий бал за домашню роботу – 5. Максимальна кількість балів за всі домашні роботи дорівнює **5 балів x 6 = 30 балів**.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за відповідною темою. Після кожного практичного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках). Всього 6 домашніх робіт.

Критерії оцінювання:

- домашнє завдання вирішено вірно та здано вчасно – 5 балів;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано із запізненням на 1 тиждень – 3 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано вчасно – 4 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано із запізненням – 1-2 балів;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

Максимальна кількість балів за всі види робіт дорівнює **5 балів x 6 = 30 балів**.

3. Модульний контроль.

Метою модульної контрольної роботи (МКР) є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компонента, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Ваговий бал – 50. Модульна контрольна робота на практичному занятті №8. МКР проводяться у середовищі Classroom.

Кожна контрольна робота складається з 2 частин:

- теоретична частина у вигляді тестів (гугл-форма) за матеріалами вивчених лекцій – тест містить 20 запитань різного формату (вибір правильного варіанту з переліку; чисельна відповідь тощо). Всі запитання оцінюються в 1 бал, якщо вірна відповідь та 0 балів, якщо невірна відповідь. Максимальна кількість балів за всі завдання в одному тесті дорівнює **1 бал x 20 = 20 балів**;

- практична частина – 2 задачі по 15 балів.

Критерії оцінювання задач:

- задача вирішена вірно з несуттєвими помилками – 11-15 балів;
- задача вирішена частково та (або) із деякими помилками – 6-10 балів;
- задача майже не вирішена, або вирішена із суттєвими помилками – 2-5 балів.
- задача взагалі не вирішена – 0 балів.

Максимальна кількість балів за 2 контрольні роботи дорівнює

$$20 \text{ балів} + 30 \text{ балів} = 50 \text{ балів.}$$

4. Додаткові бали.

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент може отримати 3 додаткові бали у семестрі. Додаткові бали можуть бути отримані за доповідь з презентацією (1 бал за кожну) на будь-які теми 1-2 розділів.

5. Календарний контроль. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доводиться до відома студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

6. Семестровий контроль – залік.

Максимальна сума балів складає 100.

Умовою допуску до заліку є зарахування модульної контрольної роботи та домашніх робіт, а також стартовий рейтинг (**гс**) не менше 40% від **R**, тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше 60 балів, зобов'язані писати залікову роботу.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну кількість балів (60 балів і більше), мають можливість:

- отримати залікову оцінку (залік) так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу протягом семестру (таблиця 1);
- писати залікову роботу з метою підвищення оцінки на останньому практичному занятті (у разі отримання оцінки, більшої ніж «автомат» з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової роботи).

Залікова робота складається з 2 частин, час – 1 година:

- теоретична частина у вигляді тестів (гугл-форма) – тест містить 20 запитань різного формату (вибір правильного одного або декількох варіантів з переліку; чисельна відповідь тощо). Всі запитання оцінюються в 2 бали, якщо вірна відповідь та 0 балів, якщо невірна відповідь. Максимальна кількість балів за всі завдання в одному тесті дорівнює **2 бали x 20 = 40 балів**;
- практична частина – 3 задачі по 30 балів за матеріалами Розділу 1 та Розділу 2.

Критерії оцінювання задач:

- задача вирішена вірно з несуттєвими помилками – 25-30 балів;
- задача вирішена частково та (або) із деякими помилками – 11-24 балів;
- задача майже не вирішена, або вирішена із суттєвими помилками – 1-10 балів.
- задача взагалі не вирішена – 0 балів.

Максимальна кількість балів за всі завдання залікової роботи дорівнює

$$40 \text{ балів} + 30 \text{ балів} + 30 \text{ балів} = 100 \text{ балів.}$$

Розрахунок шкали рейтингу (R).

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 206 + 306 + 506 = 100 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає **R = 100 балів**.

Таблиця 1. Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

10.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Класифікація динамічних систем.
2. Математичні моделі неперервних динамічних систем.
3. Основи лінеаризації диференціальних рівнянь динамічних систем.
4. Передавальна функція та характеристичне рівняння лінійної стаціонарної динамічної системи.
5. Правила перетворення структурних схем.
6. Передавальні функції динамічних систем.
7. Процеси в динамічних систем.
8. Стандартні вхідні сигнали.
9. Перехідна функція динамічної системи та її властивості.
10. Вагова функція динамічної системи та її властивості.
11. Частотні характеристики лінійних стаціонарних динамічних систем.
12. Динамічні характеристики елементарних ланок та їх з'єднань.
13. Визначення стійкості руху. Стійкість незбуреного руху по Ляпунову.
14. Необхідні та достатні умови стійкості. Алгебричні критерії стійкості.
15. Частотні критерії стійкості.
16. Основні показники якості динамічних систем.
17. Оцінка якості перехідних процесів. Оцінка якості системи в сталому режимі.
18. Статичні та статичні системи.
19. Інтегральні оцінки якості. Кореневі оцінки якості.
20. Загальна та часткова задачі синтезу динамічних систем.
21. Коректувальні пристрої та їх вплив на якість перехідних процесів.
22. Синтез послідовних та паралельних коректуючих пристроїв.
23. Метод кореневого годографа. Забезпечення інваріантності в динамічних системах.
24. Поняття з нелінійних динамічних систем та методів їх досліджень.
25. Гармонічна лінеаризація нелінійностей.
26. Частотні характеристики гармонічно нелінійних систем.
27. Частотний критерій абсолютної стійкості Попова.
28. Другий метод Ляпунова..
29. Поняття з систем з декількома регульованими параметрами.
30. Основні правила перетворення матричних рівнянь.
31. Рівняння стану багатовимірної динамічної системи.
32. Матрична передавальна функція.
33. Керованість, спостережливість та ідентифікованість.

34. Характеристики багатовимірних динамічних систем. Стійкість систем.
35. Квадратичні форми. Другий метод Ляпунова.
36. Структура цифрових керування.
37. Види квантування інформації в цифрових системах.
38. Дискретне перетворення Лапласа та його властивості.
39. Білінійне перетворення характеристичного рівняння цифрової системи.
40. Стійкість багатовимірних цифрових систем.
41. Обернене перетворення Лапласа. Часові характеристики цифрових систем.
42. Псевдочастотні характеристики цифрових систем.
43. Визначення статистичної динаміки. Випадкові процеси та їх статистичні характеристики.
44. Канонічне подання випадкових процесів.
45. Прохід випадкових процесів через лінійні системи.
46. Метод формуючого фільтра. Статистична лінеаризація нелінійностей.
47. Поняття з алгоритмів оцінювання. Постановка задачі спостереження.
48. Постановка задачі фільтрації. Фільтр Калмана-Бьюсі.
49. Поняття з методів ідентифікації. Прямі алгоритми параметричної ідентифікації.
50. Адаптивні алгоритми ідентифікації. Сумісне оцінювання та ідентифікація динамічних систем.
51. Постановка задачі оптимального керування. Критерії оптимізації.
52. Принцип максимуму. Динамічне програмування. Аналітичне конструювання
53. Класифікація адаптивних систем.
54. Адаптація в умовах невизначеності. Принцип розділюваності.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) «Моделювання динамічних систем в енергетиці»:

Складено доцентом кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці НН ІАТЕ, к.ф.-м.н., доц. Свинчук Ольгою Василівною

Ухвалено кафедрою інженерії програмного забезпечення в енергетиці НН ІАТЕ (протокол №34 від 10.05.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №9 від 31.05.2024 р.)