



Автоматизовані системи управління теплоенергетичними процесами

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»
Освітня програма	«Теплові електричні станції та установки»
Статус дисципліни	За вибором вищого навчального закладу
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4,0 кредита ECTS, 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Лабораторні роботи, ДКР, залік
Розклад занять	Згідно rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц., Нікуленкова Тетяна Володимирівна, 067-375-54-44, Tetyana.nikulenkova@gmail.com Практичні / Семінарські: не передбачені Лабораторні: ст.викладач, Меренгер Петро Петрович, 068-356-96-41, Metr- p@i.ua
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Google classroom)

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Автоматизовані системи управління теплоенергетичними процесами» тісно пов'язана з дисциплінами базової і фахової підготовки спеціалістів. Викладання цієї дисципліни здійснюється в комплексі з викладанням спеціальних дисциплін.

На лабораторних роботах приділяється увага студента до використання програм ПЕОМ для виконання роботи, до обробки результатів експерименту та аналізу отриманих даних. Студент повинен експериментально підтвердити окремі положення з ТАК.

При виконанні контрольних робіт приділяється увага до глибини засвоєння лекційного матеріалу і матеріалу СРС.

Приділяється увага роботі студента на лекціях, у розв'язанні задач кожним студентом самостійно – це активізує творчу активність студентів, а також дозволяє протягом всього семестру контролювати якість засвоєння навчального матеріалу.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей.

ЗДАТНІСТЬ:

- ЗК 1 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

- ЗК 4 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ФК 1 Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі;
- ФК 2 Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін;
- ФК 3 Здатність продемонструвати практичні інженерні навички при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання;
- ФК 5 Здатність виявляти, класифікувати і описати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі;
- ФК 10 Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання;
- ФК 16 Здатність аналізувати методи та засоби підвищення теплової економічності устаткування об'єктів теплоенергетики; визначати шляхи модернізації теплової схеми з метою підвищення економічності та надійності роботи об'єктів теплоенергетики;
- ФК 17 Здатність аналізувати схеми теплоенергетичних і технологічних установок ТЕС з урахуванням вимог безпеки і сучасних тенденцій розвитку енергетики в залежності від призначення і типу палива, яке використовується;
- ФК 27 Здатність до проведення вимірів і спостережень на обладнанні ТЕС, складання опису проведених досліджень, підготовки результатів для складання оглядів, звітів і наукових публікацій.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- ЗН 2 Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Енергетичне машинобудування» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки;
- ЗН 5 Знання і розуміння технології виготовлення і експлуатації теплоенергетичного обладнання;
- ЗН 6 Знання і розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження;
- ЗН 7 Знання і розуміння застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів;
- ЗН 10 Знання і розуміння режимів роботи обладнання, характеристик теплоносіїв, схем їх руху та відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні теплоенергетичних установок ТЕС.

УМІННЯ:

- УМ 1 Уміння розуміти складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності «Енергетичне машинобудування»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;

- УМ 4 Уміння використовувати певне розуміння передових досягнень при проектуванні об'єктів в теплоенергетичній галузі;
- УМ 5 Уміння здійснювати пошук необхідної інформації в технічній літературі, використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань спеціальності «Енергетичне машинобудування» відповідної спеціалізації;
- УМ 8 Уміння продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії;
- УМ 10 Уміння застосовувати норми інженерної практики відповідно до спеціалізації спеціальності «Енергетичне машинобудування»;
- УМ 13 Уміння ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом;
- УМ 16 Уміння відстежувати розвиток науки і техніки.

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

Кредитний модуль «Автоматизовані системи управління теплоенергетичними процесами» входить до складу дисципліни «Автоматизовані системи управління теплоенергетичними процесами», є її складовою в підготовці бакалаврів напряму «Теплоенергетика». Зазначений кредитний модуль включений до циклу професійної підготовки. У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 4 курсі. Дисципліни, що її забезпечують, є «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Тепломасообмін», «Котельні установки ТЕС», «Турбіни теплових та атомних електричних станцій», і вона забезпечує освоєння дисциплін «Експлуатація паротурбінних установок», «Проектування теплових електричних станцій».

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Предмет та задачі курсу. Рекомендована література. Сучасний стан систем контролю і управління ТЕС і АЕС. Автоматизовані системи управління ТЕС. ТАУ і основні визначення.

Розділ 1. Основні відомості про автоматизацію теплових процесів на ТЕС і АЕС.

Тема 1.1. Сучасні теплові та атомні електростанції як великі системи зі складними внутрішніми зв'язками.

Розділ 2. Основні визначення теорії автоматичного керування (ТАК).

Тема 2.1. Системи автоматичного керування. Основні поняття ТАК. Автоматичні системи регулювання і типи АСР.

Тема 2.2. Ідентифікація теплоенергетичних об'єктів та САК. Математичні моделі об'єктів та систем керування. Теплоенергетичні установки як багатомірні системи. Експериментальні методи вивчення динаміки теплоенергетичного устаткування. Збурюючі впливи в умовах експлуатації ТЕС. Властивість суперпозиції. Об'єкти з самовирівнюванням та без самовирівнювання. Обробка результатів експерименту по зняттю перехідних характеристик.

Тема 2.3. Лінійні об'єкти та САК і методи їх дослідження. Статичні і динамічні моделі. Складання диференціальних рівнянь реальних фізичних об'єктів. Передаточна функція як метод опису динамічних властивостей об'єктів і САК. Одержання передаточних функцій по диференціальним рівнянням об'єктів.

Тема 2.4. Частотні властивості об'єктів керування. Математична модель динамічної системи у вигляді частотних характеристик. Експериментальний засіб визначення частотних характеристик.

Особливості ТЕС як багатовимірних систем. Алгоритмічна структура лінійних динамічних систем керування. Типові динамічні ланки. Типові схеми з'єднань елементарних ланок.

Контрольна робота 1 з розділу 2.

Розділ 3. Дослідження стійкості лінійних динамічних систем.

Тема 3.1. Стійкість за О.М. Лапуновим. Стан лінійних динамічних систем керування. Методи дослідження стійкості САК. Алгебраїчні критерії сталості.

Тема 3.2. Частотні критерії сталості. Гармонічні критерії сталості. Гармонічний критерій сталості Найквіста. Сталість розімкнених і замкнених динамічних систем. Чутливість динамічних систем.

Розділ 4. Якісний аналіз роботи САК.

Тема 4.1. Основні показники якості перехідних процесів САК. Якість керування автоматичної системи. Прямі і непрямі оцінки якості. Визначення області стійкості роботи САК. Оцінки якості САК по КЧХ розімкненої системи. Гармонічний критерій якості по максимуму амплітудно-частотної характеристики замкненої системи. Практичні використання гармонічних оцінок якості процесів регулювання. Мінімаксні критерії якості динамічних систем керування.

Розділ 5. Промислові контролери.

Тема 5.1. Алгоритми функціонування промислових регуляторів. Класифікація промислових автоматичних регуляторів. Типові лінійні алгоритми автоматичних регуляторів та аналіз роботи регуляторів при дії збуджень. Аналогові та цифрові системи регулювання. Синтез систем регулювання по динамічних характеристиках об'єкта. Вибір алгоритму функціонування регуляторів при неточному завданні властивостей об'єкта. Графоаналітичні методи розрахунку оптимальних параметрів настроювання регуляторів. Особливості розрахунків параметрів динамічного настроювання «П» та «ПІ»-регуляторів.

Контрольна робота 2 (з розділів 3,4 та теми 5.1).

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами (для студентов ВУЗов). – М.: «Энергоатомиздат», 1985-296с.
2. Плетнев Г.П. АСУ объектами тепловых электростанций. – М.: изд. МЭИ, 1995-352с.
3. Балакирев В.С., Дудников Е.Г., Цирлин А.М. Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления. – М.: «Энергия», 1967-231с.
4. Коновалов М.А. Проблемы автоматизации инерционных теплоэнергетических объектов. – Киев, изд. Феникс, 2009-306с.

Допоміжна:

1. Соломенцев Ю.М. Теория автоматического управления (учебник для ВУЗов).- М.: «Энергоатомиздат», 2000-268с.
2. Дуэль М.А. Оптимальное управление теплоэнергетическими установками электростанций. – Харьков: Знание, 2002-307с.
3. Попырин Л.С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок. – М.: «Энергоатомиздат», 1978-270с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Основні відомості про автоматизацію теплових процесів на ТЕС і АЕС	
1.	Лекція 1. Предмет і задачі курсу. Сучасні теплові та атомні електростанції як великі

	системи зі складними внутрішніми зв'язками. Автоматизована система керування технологічним процесом теплової електростанції (АСК ТП ТЕС) - один з ефективних засобів підвищення економічності та надійності обладнання ТЕС.
Розділ 2. Основні визначення теорії автоматичного керування (ТАК)	
2.	Тема 2.1. Системи автоматичного керування. <u>Лекція 2.</u> Основні поняття ТАК. Об'єкт, ціль, функціональна ціль, основні задачі ТАК (задачі аналізу і синтезу). Системи автоматичного керування. Принципи декомпозиції задач і САК. Автоматичні системи регулювання і типи АСР. Тема 2.2. Ідентифікація теплоенергетичних об'єктів та САК. <u>Лекція 3.</u> Математичні моделі об'єктів і систем керування. Принцип аналітичного моделювання. Загальні підходи до побудови математичних моделей. Завдання на СРС. Теплоенергетичні установки як багатомірні системи. [1, стор.63-79]. <u>Лекція 4.</u> Експериментальні методи вивчення динаміки теплоенергетичного устаткування. Типи забруднюючих впливів. Перехідні характеристики об'єктів та САК. Завдання на СРС. Збурюючі впливи в умовах експлуатації ТЕС. Лінійні та нелінійні об'єкти. [2, стор.65-78]. Дидактичний матеріал: Плакати: Пл.2-4. <u>Лекція 5.</u> Властивість суперпозиції. Об'єкти з самовирівнюванням та без самовирівнювання. Завдання на СРС. Обробка результатів експерименту по зняттю перехідних характеристик. [3, стор.75-95]. Дидактичний матеріал: Плакати: Пл. 5-7. Тема 2.3. Лінійні об'єкти та САК і методи їх дослідження. <u>Лекція 6.</u> Статичні та динамічні моделі. Диференційні рівняння як метод опису динамічних властивостей об'єктів і САК. Рішення диференційних рівнянь (традиційний та операторний методи). Завдання на СРС. Складання диференційних рівнянь реальних фізичних об'єктів. [1, стор.38-44]. <u>Лекція 7.</u> Передаточна функція як метод опису динамічних властивостей об'єктів і САК. Зв'язок передаточної функції з перехідними характеристиками. Завдання на СРС. Одержання передаточних функцій по диференціальним рівнянням об'єктів. [1, стор. 45-51]. Тема 2.4. Частотні властивості об'єктів керування. <u>Лекція 8.</u> Математична модель динамічної системи у вигляді частотних характеристик. Комплексно-частотна (КЧХ), амплітудно-частотна (АЧХ) та фазо-частотна (ФЧХ) характеристики. Завдання на СРС. Експериментальний засіб визначення частотних характеристик. [1, стор.92-105]; [2, стор.81-90]; [3, стор. 11-32]. <u>Лекція 9.</u> Особливості ТЕС як багатовимірних систем. Поняття керованості і спостереженості. Розбивка багатовимірних систем на елементарні (типові) ланки. <u>Лекція 10.</u> Алгоритмічна структура лінійних динамічних систем керування. Динамічні властивості елементарних ланок та їхні характеристики. Завдання на СРС. Типові динамічні ланки. [1, стор.115-127]; [2, стор.92-104]. <u>Лекція 11.</u> Типові схеми з'єднання елементарних ланок. Передаточні функції та частотні характеристики для типових з'єднань. Деякі поняття теорії графів.

Контрольна робота	
Розділ 3. Дослідження стійкості лінійних динамічних систем	
3.	Тема 3.1. Стійкість за О.М. Ляпуновим. <u>Лекція 12.</u> Стан лінійних динамічних систем керування. Стійка САК, нестійка САК, на границі стійкості. Дві теореми О.М.Ляпунова. Геометрична інтерпретація критерію стійкості О.М.Ляпунова на комплексній площині. Завдання на СРС. Методи дослідження стійкості САК. [1, стор. 90-107]. <u>Лекція 13.</u> Алгебраїчні критерії сталості. Критерій Рауса, критерій Гурвіца. Тема 3.2. Частотні критерії стійкості. <u>Лекція 14.</u> Гармонічні критерії стійкості. Критерій О.В.Михайлова для замкнених систем керування. Приклади графоаналітичних годографів Михайлова різних систем. <u>Лекція 15.</u> Гармонічний критерій стійкості Найквіста. Аналіз стійкості по Найквісту для систем статичних та астатичних. Приклади геометричної інтерпретації годографа Найквіста різних систем. <u>Лекція 16.</u> Стійкість розімкнутих і замкнутих динамічних систем. Запас стійкості систем автоматичного керування. Деякі поняття теорії чутливості динамічних систем. Завдання на СРС. Чутливість динамічних систем. [1, стор. 107-110].
Розділ 4. Якісний аналіз роботи САК	
4.	Тема 4.1. Основні показники якості перехідних процесів САК. <u>Лекція 17.</u> Поняття: якість керування автоматичної системи, прямі і непрямі оцінки якості. Кореневий критерій якості. Запас стійкості та ступінь коливання. <u>Лекція 18.</u> Визначення області стійкості роботи САК, що відповідає вимогам по запасу стійкості і ступеня коливання. Інтегральні критерії якості динамічних систем. Тема 4.2. Гармонічні та статистичні оцінки якості керування. <u>Лекція 19.</u> Оцінки якості САК по комплексно-частотній характеристиці розімкнутої системи. Запас стійкості системи по модулю та по фазі. <u>Лекція 20.</u> Гармонічний критерій якості по максимуму амплітудно-частотної характеристики замкнутої системи. Частотний показник коливальності. Завдання на СРС. Практичні використання гармонічних оцінок якості процесів регулювання. [2, стор. 112-115]; [1, стор. 131-135]. <u>Лекція 21.</u> Мінімаксні критерії якості динамічних систем керування. Інтегральні і статистичні оцінки якості процесу регулювання АСР.
Розділ 5. Промислові контроллери	
5.	Тема 5.1. Алгоритми функціонування промислових регуляторів. <u>Лекція 22.</u> Класифікація промислових автоматичних регуляторів. Алгоритми функціонування регуляторів. Технічна реалізація алгоритмів функціонування. <u>Лекція 23.</u> Типові лінійні алгоритми автоматичних регуляторів та аналіз роботи регуляторів при дії забруднень. Технічні засоби регулювання теплоенергетичних процесів (регулюючі прилади типу РПБ, КАСКАД, АКЗСР, РЕМИКОНТ, МИКРОЛ, ПРОТАР). Завдання на СРС. Аналогові та цифрові системи регулювання. [4, стор. 191-220].

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

1.	<u>Лабораторна робота 1.</u> Експериментальні дослідження параметрів типових ланок САК за
----	---

	перехідними характеристиками. Тема 2.2
2.	<u>Лабораторна робота 2.</u> Дослідження характеристик послідовного з'єднання динамічних ланок. Тема 2.2
3.	<u>Лабораторна робота 3.</u> Дослідження характеристик з'єднання динамічних ланок за допомогою зворотного зв'язку. Тема 2.3
4.	<u>Лабораторна робота 4.</u> Дослідження стійкості замкнутої САК. Тема 3.1 Приймання лабораторних робіт

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва тем, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Теплоенергетичні установки як багатомірні системи. [1, стор.63-79].	5
2.	Збурюючі впливи в умовах експлуатації ТЕС. Лінійні та нелінійні об'єкти. [2, стор.65-78].	6
3.	Обробка результатів експерименту по зняттю перехідних характеристик. [3, стор.75-95].	4
4.	Складання диференціальних рівнянь реальних фізичних об'єктів.[1,стор.38-44].	8
5.	Одержання передаточних функцій по диференціальним рівнянням об'єктів. [1,стор. 45-51].	7
6.	Експериментальний засіб визначення частотних характеристик. [1, стор.92-105]; [2, стор.81-90]; [3, стор. 11-32].	5
7.	Типові динамічні ланки. [1, стор.115-127]; [2, стор.92-104].	6
8.	Методи дослідження стійкості САК. [1, стор. 90-107].	4
9.	Чутливість динамічних систем. [1, стор. 107-110].	2
10.	Практичні використання гармонічних оцінок якості процесів регулювання. [2, стор. 112-115]; [1, стор. 131-135].	3
11.	Аналогові та цифрові системи регулювання. [4, стор. 191-220].	2
12.	Особливості розрахунків параметрів динамічного настроювання П та ПІ - регуляторів. [1, стор. 115-122].	5

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги викладача до студентів:

- Відвідувати лекційні і практичні заняття;
- Виконувати завдання, поставлені на лабораторних роботах, і вчасно їх здавати;
- Максимальна кількість балів при невчасному складанні модульних контрольних зменшується вдвічі;
- Максимальна кількість балів при невчасній здачі результатів розрахунків за практичними роботами зменшується вдвічі.

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

Рейтинг студента з навчальної дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) модульну контрольну роботу;
- 2) виконання та захист 4 лабораторних робіт;
- 3) залікове завдання.

Система рейтингових балів

Система оцінки успішності за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочою навчальною програмою:

	кількість	бали	сума балів
Лабораторні роботи	4	7,5	30
МКР	1	20	20
Сума вагових балів контрольних заходів			50

Шкала балів за відповідні рівні оцінювання з кожного виду контролю.

1. МКР:

Модульна контрольна робота. (20 балів)

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 14-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7-13 балів;

2. Лабораторна робота (з розрахунку на 1 лабораторну всього 7,5 балів):

- «відмінно», творче розкриття питань, вільне володіння матеріалом – 7,5 балів;
- «добре», глибоке розкриття питань – 6-7 балів;
- «задовільно», не достатньо повне розкриття питань, достатня робота на практичному занятті – 4-6 балів.

Заохочувальні і штрафні бали:

	бали
1. Несвоєчасне виконання завдання СРС	-1...-5
2. Ведення конспекту лекцій	1...5
Сума заохочувальних і штрафних балів R_s	10

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 26 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 12 балів. За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 31 бал. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15.

Максимальна сума балів стартової складової складає 60. Необхідною умовою допуску до заліку є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС, захист лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів. Якщо студенти набрали протягом семестру кількість балів більше 60 балів, вони мають можливість отримати іспит „автомат” відповідно до набраного рейтингу. Якщо студенти набрали протягом семестру кількість балів менш ніж 60 балів, студенти виконують екзаменаційну контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання (10 балів) і одну задачу. (20 балів).

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 (9-10) балів;

- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 14-17 (7-8) балів;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 13 (6) балів;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше 12 (5) балів.

Сума стартових балів і балів за залікову роботу переводиться до оцінки згідно з таблицею

$R_D = R_C + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
$95 \leq R_D \leq 100$	A - відмінно	відмінно
$85 \leq R_D \leq 94$	B – дуже добре	добре
$75 \leq R_D \leq 84$	C - добре	
$65 \leq R_D \leq 74$	D - задовільно	задовільно
$60 \leq R_D \leq 64$	E - достатньо	
$R_D \leq 59$	F _X - незадовільно	незадовільно
Не зараховано завдання на СРС, або є не зараховані лабораторні роботи, або $R_C \leq 30$	F – незадовільно (потрібна додаткова робота)	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приклади завдання для контрольних робіт.

№ з/п	Назва теми , яка виноситься на контрольну роботу
Модульна контрольна. Частина I	
Розділ 2 Основні визначення ТАК	
1.	Основні поняття і визначення в ТАК.
2.	Ідентифікація теплоенергетичних об'єктів в САУ.
3.	Частотні властивості об'єктів керування.
Модульна контрольна. Частина II	
Розділ 3 Дослідження стійкості лінійних динамічних систем	
1.	Стійкість за О. М. Ляпуновим.
2.	Частотні критерії стійкості.
3.	Гармонічні критерії стійкості.
Розділ 4 Якісний аналіз роботи САК	
1.	Основні показники якості перехідних процесів САК.
2.	Гармонічні та статистичні оцінки якості керування.
Розділ 5 Промислові контролери	
1.	Алгоритми функціонування промислових регуляторів.
2.	Типові лінійні алгоритми автоматичних регуляторів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Нікуленковою Т.В.

Ухвалено кафедрою ТЕУТ та АЕС (протокол № 12 від 10.06.2020)

Погоджено Методичною радою факультету (протокол № __ від _____)