



# Релейний захист та автоматизація енергосистем

## Робоча програма навчальної дисципліни (Слабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативні освітні компоненти. Цикл базової підготовки.</i>
Форма навчання	<i>Опна (бенна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр (для опної форми навчання)</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин/4 кредити ECTS/(36 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / РРР / захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a> 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на 2 тижні.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: ст.викладач Хлистов Валерій Михайлович, 0673786112 Лабораторний практикум: ст.викл. Хлистов Валерій Михайлович, 0673786112, Заколобяний Володимир Василович, 0505959933</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5791">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5791</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Релейний захист та автоматизація енергосистем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з спеціальності 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси».

**Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних базових та фахових компетентностей: (ЗК4) Здатність застосування інформаційних і комунікаційних технологій; (ЗК6) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (ЗК7) Здатність приймати обґрунтовані рішення; (ФК4) Здатність вирішувати практичні завдання, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; (ФК6) Здатність вирішувати практичні завдання, пов'язані з проблемами виробництва, енергетики та розподілу електричної енергії; (ФК9) Опанування прикладного програмного забезпечення для моделювання режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання; (ФК11) Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (ФК12) Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

*Проблематика навчальної дисципліни – принципи побудови та алгоритми функціонування систем та окремих пристроїв релейно захисту (РЗ) енергосистем, а саме: диференціальних захистів ліній електропередачі різних класів напруги, силових трансформаторів, збірних шин різних класів напруги, генераторів та електробусів, техніко-економічні обґрунтування інженерних рішень; супасні методи аналізу і розрахунку параметрів спрацювання РЗ, уведення в експлуатацію і аналіз отриманих результатів із використанням супасних інтелектуальних, інформаційних комп'ютерно-інтегрованих технологій.*

*Програми результати навчання, на формування та опрацювання яких спрямована дисципліна: (ЗН2) Основ метрології та електричних вимірювань, принципів роботи пристроїв автоматичного керування, релейно захисту та автоматики; (ЗН12) Необхідності удосконалення навчальної роботи з супасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням; (УМ1) Працювати з прикладним програмним забезпеченням, мікроконтролерами та мікропроцесорною технікою; (УМ2) Провести аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, вісвітованих комплексах і системах; (УМ7) Комбінувати методи емпірично і теоретично вивчення для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; (УМ8) Винайти нові шляхи вирішення проблеми економічного створення, розподілення, передачі та використання електричної енергії.*

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

*Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисципліни «Вища математика», «Засадна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», "Основы метрології та електричних вимірювань", «Електричні машини», «Електричні мережі та системи», «Електрична частина станції і підстанції». Компетентності, знання та уміння, отримані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для проходження практики і якісного виконання вивченої теми атестаційної роботи.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліну структурно розподілено на 3 розділи, а саме:*

### **1. Засадні вимоги до релейних захистів.**

*Тема 1.1. Призначення, вимоги до РЗ. Види пошкодження та ненормальних режимів електричних систем.*

*Тема 1.2. Засадна структура РЗ.*

*Тема 1.3. Схеми створення трансформаторів струму.*

*Тема 1.4. Схеми створення трансформаторів напруги.*

*Тема 1.5. Засадна структура пристроїв РЗ.*

### **2. Релейний захист ліній електропередачі та мереж.**

*Тема 2.1. Максимальний струмовий захист (МЗС).*

*Тема 2.2. Струмова відсіпка.*

*Тема 2.3. Направлений максимальний захист за струмом (НМЗС)*

*Тема 2.4. Захист ліній від замикання на землю в мережах з заземленою та ізоляованою нейтраллю.*

*Тема 2.5. Диференціальний захист ліній.*

*Тема 2.6. Дистанційний захист ліній.*

### **3. Релейний захист силових трансформаторів і автотрансформаторів, синхронних генераторів, електробусів, шин.**

*Тема 3.1. Захист трансформаторів.*

**Тема 3.2.** Захист генераторів.

**Тема 3.3.** Захист шин та пристроїв резервування віброви вимикача.

**Тема 3.4.** Захист бвусунів.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### Основні інформаційні ресурси:

1. Кібиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013.-533 с.
2. Правила улаштування електроустановок : 2017. – Офіц. вид. – К. :Форт : Міністерство України. 2017. – 617 с.
3. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник для студентів спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / 5.І. Сокол, Ф.А. Сенберович, О.Ф. Фриб та ін. - Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. - 306 с.
4. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. С. Рнбуласакій, О. О. Дмитренко ; НТУУ «КПІ».– Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 103 с.  
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16600>

##### Додаткові:

5. Дмитренко, О. О. Релейний захист електричних мереж: розрахунок параметрів спрацювання захистів за струмом електричних мереж 6–35 кВ: збірник задач і вправ [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відроджені джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. О. Дмитренко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 47 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48923>
6. Релейний захист електричних мереж: електромеханічні та мікроелектронні пристрої РЗА: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відроджені джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. : О. О. Дмитренко, В. В. Заколюбанний, В. М. Хлистов. – Електронні текстові дані (1 файл: 11.33 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 55 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48926>
7. Релейний захист та автоматизація енергосистем. Дослідження встановленої струмового захисту з незалежною витримкою часу. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відроджені джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. О. Дмитренко, В. М. Хлистов. – Електронні текстові дані (1 файл: 4 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 15 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48943>

5. Методика опанування навчальної діяльності (освітнього компонента)

Звукові заняття

¼ s/u	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік біблійних засобів, посилення на інформаційні джерела)
	<b>Розділ 1. Засадні відомості про релейний захист.</b>
1.	<b>Тема 1.1.</b> Призначення, вимоги до РЗ. Види виконання та ненормальних режимів електричних систем. <u>Основні питання.</u> Місце релейного захисту в засадній системі керування виробництвом та розподілом електричної енергії. Призначення релейного захисту. Основні вимоги до РЗ. Види виконання та ненормальних режимів електричних систем. Літературні джерела: [1-3]
2.	<b>Тема 1.2.</b> Засадна структура РЗ. <u>Основні питання.</u> Засадна структура релейного захисту. Інформація, яка використовується в системах релейного захисту. Датчики інформації в системах релейного захисту. Типи пристроїв РЗ (основні, резервні, по вибу селективності). Літературні джерела: [1-4]
3.	<b>Тема 1.3.</b> Схеми створення трансформаторів струму. <u>Основні питання.</u> Схеми створення трансформаторів струму в трифазних системах змінного струму, особливості їх роботи, коефіцієнт схеми. Вимірювані трансформатори струму, їх параметри. Літературні джерела: [1-3]
4.	<b>Тема 1.4.</b> Схеми створення трансформаторів напруги. <u>Основні питання.</u> Вимірювані трансформатори напруги, принципи біі, основні параметри. Схеми створення. Виконання у вторинних колах вимірюваних трансформаторів напруги і контролю їх працездатності. Значні біланики напруги. Фізичні симетричних складових напруги. Літературні джерела: [1-3]
5.	<b>Тема 1.5.</b> Засадна структура пристроїв РЗ. <u>Основні питання.</u> Засадна структура електромеханічних пристроїв РЗ. Засадна структура мікропроцесорних пристроїв РЗ. Джерела оперативного живлення елементів структурної схеми релейного захисту. Оперативне живлення від ТВП підстанції. Літературні джерела: [1, 3]
	<b>Розділ 2. Релейний захист ліній електропередачі та мереж</b>
6.	<b>Тема 2.1.</b> Максимальний струмовий захист (МЗС). <u>Основні питання.</u> Максимальний струмовий захист (МЗС). Принципи біі, розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності. Схемна реалізація, переваги та недоліки, область використання. Типи схем РЗА: структурні, функціональні, принципів сумісні та принципів рознесені схеми. Максимальний струмовий захист з блокуванням мінімальною напругою. Принципи біі, призначення, розрахунок параметрів спрацювання, схемна реалізація, переваги та недоліки, область використання. Літературні джерела: [1, 3]
7.	<b>Тема 2.2.</b> Струмова відсіпка. <u>Основні питання.</u> Струмова відсіпка (СВ) для ліній з одно- та двостороннім живленням, принципи біі, розрахунок параметрів спрацювання, відмінності від МЗС, призначення. Схемна реалізація, переваги та недоліки, область використання. Сумісне застосування струмової відсіпки та максимального струмового захисту. Літературні джерела: [1, 3]
8.	<b>Тема 2.3.</b> Направлений максимальний струмовий захист. <u>Основні питання.</u> Направлений максимальний струмовий захист (НМЗС). Принципи біі,

	<p>забезпечення селективності на лініях з двостороннім живленням. Реле потужності (KW). Схеми увімкнення реле потужності. Вибір уставок срачування. Мертва зона захисту. Схеми реалізації, перевірки та неболіки, область використання. Приклад розрахунку витримок часу срачування НМСЗ для фрагменту електричної мережі. Літературні джерела: [1,3]</p>
9.	<p><b>Тема 2.4.</b> Захист ліній від самикання на землю в мережах з заземленою та ізоляованою нейтраллю. <u>Основні питання.</u> Захисти за струмом мерен (ліній) від самикання на землю в мережах з заземленою нейтраллю. Максимальний захист за струмом нульової послідовності. Схеми реалізації, перевірки та неболіки, область використання. Розрахунок уставок. Захисти за струмом мерен (ліній) від самикання на землю в мережах з ізоляованою та компенсованою нейтраллями. Основні вимоси для захисту. Принципи виконання захистів від самикання на землю в мережах з малими струмами самикання на землю. Трансформатор струму нульової послідовності. Схеми реалізації, перевірки та неболіки. Літературні джерела: [1, 3]</p>
10.	<p><b>Тема 2.5.</b> Диференційний захист ліній. <u>Основні питання.</u> Повздовжній диференційний струмовий захист ліній. Принципи бії, розрахунок параметрів срачування, струм небалансу. Схеми реалізації, перевірки та неболіки, область застосування. Поперечний диференційний захист паралельних ліній. Схеми реалізації, особливості. Диференційно-фазний високопотужний захист ліній. Принципи бії, структура, біасами ступів, перевірки та неболіки, область застосування. Літературні джерела: [1,3]</p>
11.	<p><b>Тема 2.6.</b> Дистанційний захист ліній. <u>Основні питання.</u> Структура дистанційного захисту. Принципи бії. Розрахунок параметрів срачування, побудова карти селективності. Дистанційні органи захисту, вимоси для схем включення. Характеристика срачування реле опору в комплексній площині. Схеми реалізації, перевірки та неболіки, область використання. Літературні джерела: [1, 3]</p>
	<p><b>Розділ 3. Релейний захист силових трансформаторів і автотрансформаторів, синхронних генераторів, електровозів, шин</b></p>
12.	<p><b>Тема 3.1.</b> Захист трансформаторів. частина 1. <u>Основні питання.</u> Вибір координат і ненормальних режимів роботи силових трансформаторів і автотрансформаторів. Особливості захисту силових трансформаторів. Слабові струму небалансу. Диференційний захист силового трансформатора. Принципи бії, особливості. Розрахунок струму срачування за умовами відбиття від максимального струму небалансу та кибка струму намагнічування. Диференційна струмова відсіпка. Принципи бії. Схеми реалізації, область використання. Літературні джерела: [1, 3]</p>
13.	<p><b>Тема 3.1.</b> Захист трансформаторів. частина 2. <u>Основні питання.</u> Диференційний захист силових трансформаторів з налаштуванням на основі реле РНТ, ДЗТ. Принципи бії. Схеми реалізації, перевірки та неболіки, область використання. Функціональна схема цифрового диференційного захисту. Схеми увімкнення цифрового терміналу. Фазна характеристика. Відбиття від кибка струму намагнічування на основі блокування по брусій симонію. Повна схема захисту трансформатора. Літературні джерела: [1, 3]</p>
14.	<p><b>Тема 3.2.</b> Захист генераторів. частина 1. <u>Основні питання.</u> Вибір координат і ненормальних режимів роботи синхронних генераторів. Захист від міжфазних КЗ в обмотці статора генератора (принципи бії, схеми виконання, особливості). Повздовжній та поперечний диференційний захист. Літературні джерела: [1, 3]</p>

15.	<b>Тема 3.2.</b> Захист генераторів. частина 2. <u>Основні питання.</u> Захист генератора від пошкодження обмотки статора на землю (принцип біл, схема виконання, переваги, недоліки, область використання). Захист від коротких к.з. Літературні джерела: [1, 3]
16.	<b>Тема 3.3.</b> Захист шин та пристрій резервування відмови вимикача. <u>Основні питання.</u> Диференціальний захист шин. Особливості схемної реалізації. Пристрій резервування відмови вимикача (ПРВВ). Баланс та баланс резервування. Вимоги, особливості, схема реалізації. Літературні джерела: [1, 3]
17.	<b>Тема 3.4.</b> Захист вивисунів. <u>Основні питання.</u> Види пошкодження і ненормальних режимів роботи електровивисунів. Захист від міжфазних КЗ в обмотці статора вивисунів (принцип біл, схема виконання, особливості). Захист від самозамикання обмотки статора на землю, міжфазних самозамикань на землю (принцип біл, схема виконання, розрахунок уставок, переваги, недоліки). Літературні джерела: [1, 3]
18.	МКР

### Практичні заняття (відсутні)

#### Лабораторні заняття

№/п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження схем з'єднання вторинних обмоток трансформаторів струму та реле Літературні джерела: [6]	4
2	Дослідження електромашинних реле струму, напруги, потужності та частоти Літературні джерела: [6]	4
3	Дослідження імпульсного реле струму Літературні джерела: [6]	2
4	Дослідження реле наведення потужності Літературні джерела: [6]	2
5	Дослідження диференціального реле захисту трансформатора Літературні джерела: [6]	2
6	Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики МРЗС-05-01 Літературні джерела: [6]	2
7	Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту та автоматики 7UT513 Літературні джерела: [6]	2
	ЗАРАЗОМ	18

### Самостійна робота студента

№/п/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-4]	17

	<i>Підготовка до виконання та здачі лабораторних робіт Літературні джерела: [6]</i>	9
2	<i>Підготовка до МКР Літературні джерела: [5]</i>	5
3	<i>Виконання PFP Літературні джерела: [7]</i>	5
4	<i>Підготовка до екзамену</i>	30
	<i>Загалом</i>	66

### **Контрольна робота**

- Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компонента, набуття студентами практичних навичок самостійного аналізу вибу та наслідків короткого замикання і розрахунку уставок захистів за струмом.
- Мобільна контрольна робота (МКР) виконується після вивчення розділів 1-3. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно розв'язати 4 (чотири) задачі.

### **Політика та контроль**

#### **6. Політика навчальної діяльності (освітнього компонента)**

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено опіювати присутність або відсутність студента на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохопувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО банної дисципліни бали нараховуються за виконання та захист лабораторних робіт;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, перевірені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для отримання інформації на занятті викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахункової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не особисто нарахованими балами за результатами перевірки PFP (за умови отримання календарного плану виконання PFP);
- правила зарахування заохопувальних та штрафних балів: заохопувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохопувальні бали нараховуються за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях. Штрафні бали нараховуються за невиконання PFP;
- політика онлайнів та перекладача: невиконання PFP передбачає зарахування штрафних балів. Якщо студент не з'явився або не з'явився на МКР, його результат опіюється у 0 балів. Перекладання результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс етики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватися у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних робіт з дисципліни.

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно ботримуватися засадиановиринятих етипних норм, сокрема бути ввіпливим та обменувати сиілкування робопим пасом виклабана.

## 7. Вндн контролю та рейтннгова снстема оінювання резулбтатів навіання (PCO)

**Потопний еонтрола:** МКР, PFP, сбапа лабораторних робіт.

**Каленбарний еонтрола:** ировабитася бва раси на семестр як моніторинс иотопносо стану виконання вимос силабусу.

**Севестровий еонтрола:** ексамен

**Умови бопусеу бо севестровосо еонтролю:** иоситивна оуінка са росрахунково–срафінну роботу, виконані та сахиуені всі лабораторні роботи, семестровий рейтинс білаие 30 балів.

Таблиця вібировібності рейтинсових балів оуінкам са університетсакою икалою:

Кілакїста балів	Оуінка
100-95	Вібмінно
94-85	Дуне бобре
84-75	Добре
74-65	Забовілаио
64-60	Достатнао
Меніе 60	Несабовілаио
Не виконані умови боууску	Не боуууено

Засалана рейтинсова оуінка стубента иісля завериення семестру склабастася с балів, отриманих са:

- виконання та сахист лабораторних робіт (βР);
- виконання росрахунково–срафінної роботи (PFP);
- виконання мобулаиої контролаиої роботи (МКР).

Виконання та сахист лабораторних робіт	PFP	МКР	Rc	Рекс	R
20	10	30	60	40	100

### Виеонання та сахист лабораторних робіт

Для боууску бо иотопної лабораторної роботи конному стубенту необхідно мати иротокол, оформлений вібировібно бо норм оформлення техніпної бокументауї, який мас містити всі необхідні иункти, вібировібно бо навланих иосібників с лабораторносо ирактикуму [6].

βабораторні роботи виконуютася иобрисабно, росрахунок та аналіс отриманих резулбтатів ировобятася іибивібуалано.

Васовий бал – 5. Коефіуіснт иерерахунку балів са βР – 2/3

Максималана кілакїста балів на всіх лабораторних саняттях – 5\*2/3 бали \* 6 = 20 балів.

Критерії оуінювання

- лабораторна робота не виконана або иротокол не иребставлений – иовертасася на вібираування або бооираування - 0 балів.
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обпислена, оформлення иротоколу бослібнена, вібировіба на иитання бо сахисту набана иовністю иомилковою – 3,0 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обпислена, оформлення иротоколу бослібнена, вібировіба на иитання бо сахисту набана с суттсвими иомилками – 3,1 - 3,4 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обпислена, оформлення иротоколу бослібнена, вібировіба на иитання бо сахисту набана с несуттсвими иомилками –3,5 - 3,9 балів;



– виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислена, оформлення протоколу  
бослібнена, вібвиба на иитання бо сахисту мас ряб нетопностей – 4,0 - 4,4 балів;  
– виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислена, оформлення протоколу  
бослібнена, вібвиба на иитання бо сахисту мас обну нетопніста – 4,5 - 4,9 балів;  
– виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислена, оформлення протоколу  
бослібнена, иовна вібвиба на иитання са темою лабораторної роботи – 5 балів.

**УВАГА!** Захист всіх лабораторних робіт с умовою боуиску бо склабання екзамену.  
Стубенти, уо на момент консулатауї иереб екзаменом не сахистили лабораторні роботи, не  
боуискуються бо основної сбапі та сотуються бо иересклабання.

**УВАГА!** Для боуиску бо иересклабання екзамену треба у виснапений виклабанием термін  
сбати всі саборсованості ио лабораторним роботам.

### **Инбвибуалане севестрове савбання (PFP)**

Зсібно с робопою навпаланою иросрамою конен стубент виконус росрахунково–срафіпну  
роботу. Максималана кілакїста балів са виконання PFP – 10.

#### **Критерії оуїнювання**

- иовне, топне і власне виконання, иовна вібвиба на иитання са темою  
росрахунково–срафіпної роботи – 10 балів;
- с окремі несуттсві иомилки – 8 - 9 балів;
- робота неиовна, с окремі суттсві иомилки – 6 - 7 балів;
- робота виконана невірною – 0 балів;
- на виконання PFP вібвобитася 5 тиннів с моменту вибани савбання; сбапа PFP иісля  
встановленосо терміну иереббapas нарахування итрафносо балу -0,2 са конен  
тинбена ионаб встановлений термін.

### **Мобулана еонтролана робота**

Мобулана контролана робота склабастася с теоретичносо иитання і потираох ирактичних  
сабан.

Васовий бал теор.иитання – 5.

Васовий бал сабани  $\frac{1}{4}$  1 – 5.

Васовий бал сабани  $\frac{1}{4}$  2 – 5.

Васовий бал сабани  $\frac{1}{4}$  3 – 5.

Васовий бал сабани  $\frac{1}{4}$  4 – 10.

Максималаний бал са МКР – 30.

#### **Критерії оуїнювання**

- иравилане росв'ясання сабани – 100% віб кілакості балів са сабану;
- пасткове росв'ясання сабани, наявніста неснапних иомилок – 60-95% віб кілакості балів  
са сабану;
- пасткове росв'ясання сабани, наявніста снапних иомилок – 10-55% віб кілакості балів са  
сабану;
- вібсутніста вібвибі – 0 балів.

Каленбарний контрола басустася на иотопній рейтингсовій оуїні. Умовою иоситивної  
атестауї с снапнення иотопносо рейтингсу стубента не менше 50% віб максималано монливосо  
на пас тестауї.

**Форпа севестровосо еонтролю – еесажен.**

Екзаменауїйна робота склабастася с бвох теоретичних саиитана (2x10 б.) і сабани (20 б.).

#### **Критерії оуїнювання екзамену.**

Рейтинс  $R_c \geq 0,6 * R$ , тобто 60 балів – сараховустася автоматично.

Рейтинс  $R_c$  в менах  $(0,3 - 0,59) * R$ , тобто 30 – 59 балів – стубенти склабають екзамен.

Максималаний рейтинг екзамену  $R_e = 40$  балів  $(2x10+20)$ .

*Критерії оцінювання конносо з бвох теоретичних екзаменаційних иитана.*

*Рейтинс савбання  $R_s = 10$  балів – студент бав виперині вібировібі на иитання, бас піткі виснапення всіх ионята і велипин, вібировібі лосінні і иослібовні.*

*Рейтинс савбання  $R_s = 8 - 9,5$  балів – студент бав виперині вібировібі на иитання, бас піткі виснапення всіх ионята і велипин, вібировібі лосінні і иослібовні, але містята неснапні нетопності.*

*Рейтинс савбання  $R_s = 6 - 7,5$  балів – вібировібаюпи на иитання, студент ирииускастася окремих иомилок, снас виснапення основних ионята і велипин бисуиіліни, в уілому розуміс фісипну сута ироуесів в об'сктах, які вивпав.*

*Рейтинс савбання  $R_s = 4 - 5,5$  балів – студент пастково вібировібас на екзаменаційне иитання, иокасус знання, але небостатнао розуміс сута ироуесів. Вібировібі неиослібовні і непіткі.*

*Рейтинс савбання  $R_s \leq 3,5$  балів – у вібировібі студент ирииускастася сuttсвих иомилок, ироявляс нерозуміння фісипної суті ироуесів. Вібировібі некоректні, а в беяких вииабках не вібировібаюта сutt і иоставлено иитання.*

*Критерії оцінювання екзаменаційної сабані*

- *иравилане розв'ясання сабані – 100% віб кілакості балів са сабану – 20 балів;*
- *пасткове розв'ясання сабані, наявніста неснапних иомилок – 12 - 19 балів;*
- *пасткове розв'ясання сабані, наявніста снапних иомилок – 2 - 11 балів ;*
- *вібсутніста вібировібі – 0 балів.*

### **Робопу просраву навпаланої бисуипліни (силабус)**

*склабено стариим виклабапем кафебри автоматисауїі енерсосистем Хлистовим В.М.*

*Ухвалено кафеброю автоматисауїі енерсосистем ФЕА (ипротокол ¼ 8 віб 26.05.2022 р.)*

*Пособнено Метобипною комісісю факулатету (ипротокол ¼ 10 віб 16.06.2022 р. )*