Пояснювальна записка
до дипломного проєкту

на тему: Оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора теплоелектроцентралі потужністю 920 МВт

Київ – 20__ р.

ВІДГУК
керівника дипломного проєкту
на здобуття ступеня бакалавра

виконаного на тему: _____

_____

студентом (-кою) _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

Головною метою виконаного дипломного проєкту є навчальна розробка електричної частини теплової електричної станції (теплоелектроцентралі) потужністю ____ МВт, доповненої розробкою спеціальної частини.

Дипломний проєкт складається з розрахунково-пояснювальної записки на ___ сторінках і графічної частини на ___ аркушах. Пояснювальна записка містить у собі розділи: електротехнічний і спеціальну частину. Всі розділи проєкту виконані самостійно й включають необхідні розрахунки, ілюстрації й пояснення. Проєктні рішення відповідають нормам технологічного проєктування електростанцій, правилам улаштування електроустановок, правилам технічної експлуатації й техніки безпеки. Розрахунок струмів короткого замикання в електричній схемі станції виконаний з використанням спеціальних обчислювальних програм.

Спеціальна частина дипломного проєкту присвячена дослідженню/аналізу/моделюванню/ідентифікації …….. Проведено огляд сучасної методики розрахунку ……. Виконано розрахунок/моделювання …….. Проаналізовано отримані результати ……..

У процесі роботи над дипломним проєктом Іванов І.І. показав високий/задовільний/достатній рівень підготовки до прийняття сучасних інженерних рішень, уміння користуватися довідковою й технічною літературою, уміння самостійно ставити та вирішувати завдання ….

Вважаю, що в цілому дипломний проєкт виконаний на високому/достатньому рівні і заслуговує позитивної оцінки. Отже **Іванов Іван Іванович** заслуговує присудження освітнього ступеня бакалавра і присвоєння йому кваліфікації бакалавра з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки за спеціалізацією «Електричні станції».

Керівник дипломного проекту

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

РЕЦЕНЗІЯ
на дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра

виконаний на тему: _____

_____

_____

студентом (-кою) _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

Поданий на рецензію дипломний проєкт представлено на __ сторінках та графічної частини на __ листах, повністю відповідає затвердженій темі та отриманому завданню на дипломне проєктування. Пояснювальна записка виконана якісно, графічна частина виконана відповідно до вимог ДСТУ та ЕСКД, і відображає зміст дипломного проєкту.

Прийняті автором проєктні рішення відповідають нормам технологічного проєктування електростанцій, правилам улаштування електроустановок, правилам технічної експлуатації, правилам техніки безпеки.

Розрахункова частина дипломного проєкту виконана правильно з використанням сучасних інженерних методик. Вибір головної схеми електричних з'єднань проведено на основі техніко-економічного порівняння варіантів структурної схеми видачі потужності електростанції. Допоміжні розділи пов'язані з основною електротехнічною частиною дипломного проєкту.

Спеціальний розділ дипломного проєкту присвячений використанню сучасного підходу ….. Виконано розрахунки …….. Проведений аналіз результатів підтвердив ефективність запропонованого ……...

Вважаю, що виконаний дипломний проєкт заслуговує оцінку «відмінно/добре/задовільно», а його автору, **Іванову Івану Івановичу** може бути присуджений освітній ступінь бакалавра та присвоєння йому кваліфікації бакалавра з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки за спеціалізацією «Електричні станції».

Рецензент

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

Печатка установи, організації рецензента *(тільки для зовнішнього рецензента)*

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет електроенерготехніки та автоматики
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра відновлюваних джерел енергії
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ С. О. Кудря
(підпис) (ініціали, прізвище)
“___”_____20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» по спеціалізації «Електричні станції»
(код і назва)

на тему: Оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора теплоелектроцентралі потужністю 920 МВт

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТ-г61-1
(шифр групи)

Бас Євгеній Анатолійович _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Керівник асистент, Болотний М. П. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент ст.викл, к.т.н., Пекур П.П. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 20__ р.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет електроенерготехніки та автоматики
(повна назва)

Кафедра відновлюваних джерел енергії
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва)

Спеціалізація – Електричні станції

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ С. О. Кудря
(підпис) (ініціали, прізвище)
«___»_____20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Бас Євгеній Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора теплоелектроцентралі потужністю 920МВт

керівник проєкту Болотний Микола Петрович, асистент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «28» квітня 2020 р. №1048-с

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту *1) кількість генераторів та їх потужність 2x60+2x100+2x300 МВт; 2) напруга на генераторному розподільчому пристрої – 10,5 кВ; 3) напруга видачі потужності в енергосистему – 110 кВ та 330 кВ; 4) максимальна потужність, яка розподіляється на генераторній напрузі – 87,6МВт; 5) кількість відгалужень від шин генераторної напруги – 26; 6) потужність, яка передається по розрахунковому відгалуженню від шин генераторної напруги –5,93 МВт;7) максимальна потужність графіка навантаження на напрузі 110 кВ – 98,7МВт; 8) вид палива – вугілля.*

4. Зміст пояснювальної записки. 1) вибір головної схеми електричних з'єднань електростанції: *виконати техніко-економічне обґрунтування вибору структурної схеми електростанції та вибрати генератори, трансформатори; вибрати схеми електричних з'єднань розподільчих пристроїв; вибрати трансформатори та схему електропостачання власних потреб електростанції; вибрати схему електропостачання місцевого навантаження;* 2) розрахунок струмів короткого замикання та вибір електричних апаратів: *виконати розрахунок струмів к.з. на ПЕОМ; вибрати комутаційні апарати, реактори та вимірювальні трансформатори за умовами нормального режиму та перевірити їх за результатами розрахунку струмів к.з.;* 3) спеціальний розділ: *оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора*.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) *1- головна схема електричних з'єднань електростанції; 2-побудова повної діаграми явнополюсного синхронного генератора; 3- оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора*

6. Консультанти розділів проєкту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Техніко-економічне обґрунтування вибору структурної схеми електростанції		
2	Вибір схем електричних з'єднань розподільчих пристроїв електростанції		
3	Розрахунок струмів к.з. на ПЕОМ та вибір електричних апаратів		
4	Спеціальна розділ		
5	Представлення закінченої та оформленої роботи керівнику		

Студент _____ Є.А. Бас
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник проекту _____ М.П. Болотний
(підпис) (ініціали, прізвище)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	А4		Завдання на дипломний проект	1	
2	А4		Відгук керівника	1	
3	А4		Рецензія	1	
4	А4	141.61101.001.БР.ПЗ	Пояснювальна записка	93	
			Графічні документи		
5	А1	141.61101.001.БР.ТК1	Головна схема електричних з'єднань електростанції	1	
6	А1	141.61101.001.БР.ТК2	Побудова повної діаграми явнополюсного генератора	1	
7	А1	141.61101.001.БР.ТК3	Оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора	1	

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	141.61101.001.БР.ВДП		
Розроб.		Бас Є.І			Оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора теплоелектроцентралі потужністю 920 МВт **Відомість дипломного проєкту**	Літ.	Арк. 4 / Аркушів 93
Перевір.		Болотний М.П					
Н. Контр.		Матеєнко Ю.П.				НТУУ «КПІ ім.Ігоря Сікорського», кафедра відновлюваних джерел енергії, гр. ЕТ-г61-1	
Затверд.		Кудря С. О.					

Анотація

Дипломний проєкт містить 93 сторінки, 29 рисунків, 29 таблиць, 3 аркуші графічної частини.

У даному дипломному проєкті розглянута електрична станція потужністю 920 МВт (2х60+2х100+2х300 МВт): обрана головна схема електричних з'єднань, а також проведено техніко-економічне обґрунтування вибору підключення місцевого навантаження.

Зроблено розрахунок струмів короткого замикання за допомогою спеціалізованого ліцензійного програмного забезпечення, за результатами якого зроблена перевірка комутаційних апаратів та електричних апаратів на розрахунковому відгалуженні. Також розглянуті питання експлуатації.

В якості спеціального питання керівником була запропонована тема: оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора. Розглянуто побудова повної діаграми явнополюсного синхронного генератора. Виконано розрахунок режимів роботи синхронного генератора та проведено оцінку допустимості його перевантаження.

Переклад анотації іноземної мовою, яку вивчав студент

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 9

ВСТУП 10

РОЗДІЛ 1 ВИБІР ГОЛОВНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ 12

1.1 Вибір структурної схеми електростанції 13

1.2 Вибір основного обладнання електростанції 17

1.2.1 Вибір генераторів 17

1.2.2 Вибір силових трансформаторів зв'язку 17

1.2.3 Вибір силового блочного трансформатора 22

1.2.4 Вибір автотрансформатора зв'язку 330/110 кВ 25

1.2.5 Вибір секційного реактору 27

1.3 Техніко-економічне порівняння варіантів 29

1.4 Вибір схем електричних з'єднань розподільчих пристроїв 33

1.5 Вибір трансформаторів та схеми електропостачання ВП 38

Висновки до розділу 1 42

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КЗ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ 43

2.1 Розрахункова схема 44

2.2 Вихідні дані та результати розрахунку струмів КЗ на ПЕОМ 46

2.3 Вибір вимикачів та роз'єднувачів на ГРП, РП 110 кВ, РП 330 кВ 56

2.3.1 ибір вимикача та роз'єднувача на ГРП 56

2.3.2 Вибір вимикача та роз'єднувача на РП 330 кВ 61

2.3.3 Вибір вимикачів та роз'єднувачів на РП 110 кВ 65

2.4 Вибір та перевірка обладнання розрахункового відгалуження 70
2.4.1 Вибір лінійного реактора 70
2.4.2 Вибір вимикача на лінії місцевого навантаження 72
2.4.3 Вибір роз'єднувача на лінії місцевого навантаження 73
2.4.4 Вибір кабелю 74
2.4.5 Вибір вимірювального трансформатора струму 75
2.4.6 Вибір вимірювального трансформатора напруги 80
Висновки до розділу 2 82
РОЗДІЛ ЗОЦІНКА ДОПУСТИМОСТІ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА 83
3.1 Режими роботи синхронного генератора 84
3.2 Побудова повної діаграми явнополюсного генератора 91
3.3 Оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора 98
Висновки до розділу 3 119
ВИСНОВКИ 120
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 121
ДОДАТОК А 121

ВСТУП

……..

Основні цілі проєктування електростанцій:

1) створення умов для виробництва й видачі електроенергії відповідно до заданого графіка навантаження й інших технічних даних;

2) забезпечення необхідної надійності роботи електричного устаткування;

3) застосування сучасних електричних пристроїв та комутаційних апаратів;

4) забезпечення заданої якості електроенергії;

5) скорочення капітальних витрат на спорудження установок і зниження щорічних витрат при їхній експлуатації.

РОЗДІЛ 1

ВИБІР ГОЛОВНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

1.1. Вибір структурної схеми станції

……..

На рис.1 представлений перший варіант схеми видачі потужності електростанції.

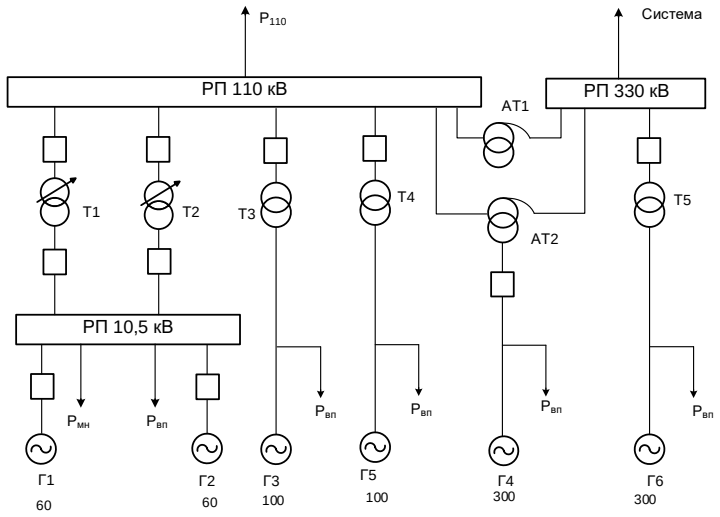

Рис.1 - Перший варіант схеми видачі потужності електростанції

1.2. Вибір основного обладнання станції

1.2.1 Вибір генераторів

Паспортні данні синхронних генераторів приведенні в табл.1.1.

Таблиця 1.1

Паспортні данні синхронних генераторів

№	Найменування	Умовне позначення	Одиниці вимірювань	Номінальне значення	Номінальне значення
1	Номінальна частота обертання	$n_{ном}$	об/хв	3000	3000
3	Номінальний струм	$I_{ном}$	кА	4,33	10,2
2	Номінальна повна потужність	$S_{ном}$	МВ·А	78,75	353
3	Номінальна активна потужність	$P_{ном}$	МВт	63	300
4	Номінальна напруга	$U_{ном}$	кВ	10,5	20
5	Коефіцієнт потужності	$cos\varphi_{ном}$		0,8	0,85
6	Над перехідний опір	$X``_d$	%	15,3	19,5

Розрахунок перетоку потужності

$$Snорм = \frac{P_г}{\cos\varphi_г} - \frac{P_{110} + P_{мн} + P_{вп}}{\cos\varphi_{наг}} = \frac{240}{0.8} - \frac{151.1+138.1+24}{0.85} = -68.47 MBA$$

Висновки до розділу 1

В даному розділі було проведено техніко-економічне обґрунтування вибору головної схеми станції. Обрано варіант, при якому три генератори приєднано до ГРП, …….

Проведено вибір схем розподільчих пристроїв ГРП, РП 110 кВ та РП 330 кВ. Прийнято ……. систему шин ……. для РП 110 кВ, …… систему шин з ……. вимикачами на …… приєднання для РП 330 кВ і ……. систему шин для ГРП. Також було проведено вибір робочих та резервних трансформаторів ВП.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ

2.1. Розрахункова схема

Для вибору електрообладнання і струмоведучих елементів на електростанції необхідно розрахувати струми КЗ. Проводячи обчислення в спеціалізованому програмному забезпеченні, були отримані розрахункові значення різних типів короткого замикання на шинах генераторної напруги, на шинах РП-110 кВ та РП-330 кВ.

Структурна схема ТЕЦ представлена на рис.2.

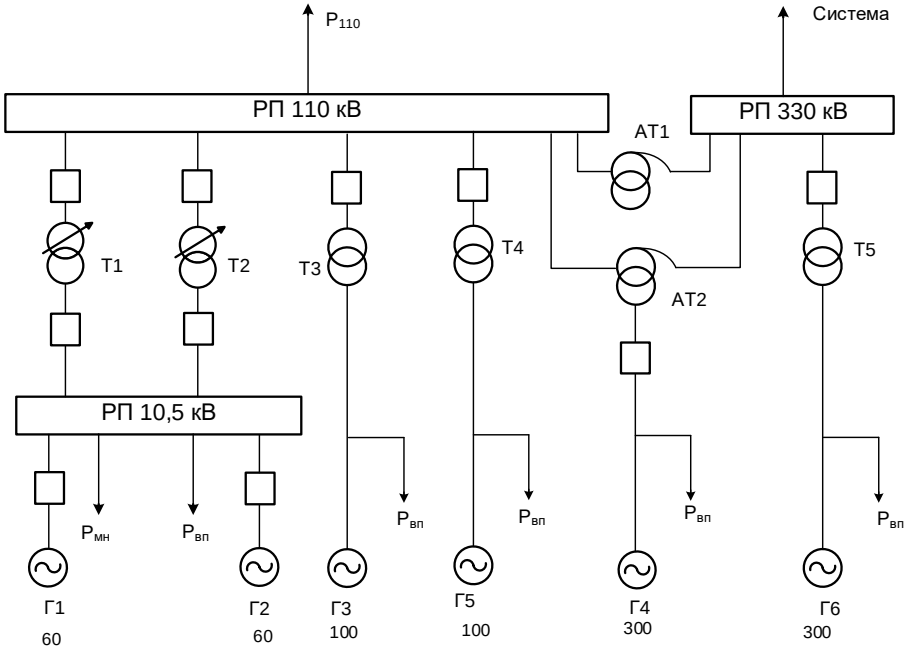

Рис.2 – Розрахункова схема

Висновки до розділу 2

……

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ДОПУСТИМОСТІ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

3.1. ……..

Висновки до розділу 3

……

Висновки

Відповідно до завдання, була спроєктована теплоелектроцентраль 920МВт.

У першому розділі проєкту було вибрано ……

У другому розділі розраховано струми к.з. на ПЕОМ в програмі ……...

В третьому розділі детально розглянуто спеціальне питання «оцінка допустимості перевантаження синхронного генератора» ……..

У процесі роботи над заданою темою були включені всі знання в галузі електроенергетики використано багато технічної літератури …….

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування електричних станцій та підстанцій». Частина 1 / Уклад.: П. Л. Денисюк, - К.: ФЕА НТУУ “КПІ”, 2003. – 73 с.

2 Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування електричних станцій та підстанцій». Частина 2 / Уклад.: П. Л. Денисюк, - К.: ФЕА НТУУ “КПІ”, 2004. – 72 с.

3 Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування електричних станцій та підстанцій». Частина 3 / Уклад.: П.Л.Денисюк, Г.М.Гаєвська, Л.П.Федосенко, - К.: ФЕА НТУУ “КПІ”, 2004. – 61 с.

4 Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций. - М.: «Энергия», 1976. – 552 с.

5 Основи проектування теплових та гідравлічних електростанцій: Методичні вказівки до виконання розрахунково-грфічної роботи /Укл.: П.Л.Денисюк, Є.І.Бардик, Р.В.Вожаков./ – К.: НТУУ “КПІ”, 2012 – 66 с.

6 Л.Д. Рожкова, В.С. Козулін. Електрообладнання станції та підстанції. М:- Енергоатомиіздат, 1967-648с.

7 Афанасьев В. В., Вишневский Ю. И. Воздушные выключатели. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. – 384 с.

8 Андреев Д.А., Назарычев И.А. Анализ методов оценки коммутационного ресурса высоковольтных выключателей. – Вестник ИГЭУ. – 2008. – Выпуск 2. – С.69-84.

9 Охрана труда. Под ред. Б.А. Князевского, 2-е изд. Переработ. И доп. М.: Высш.школа. 1982 г. – 311 с., с ил.

10 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергия, 1978, - 408 с.